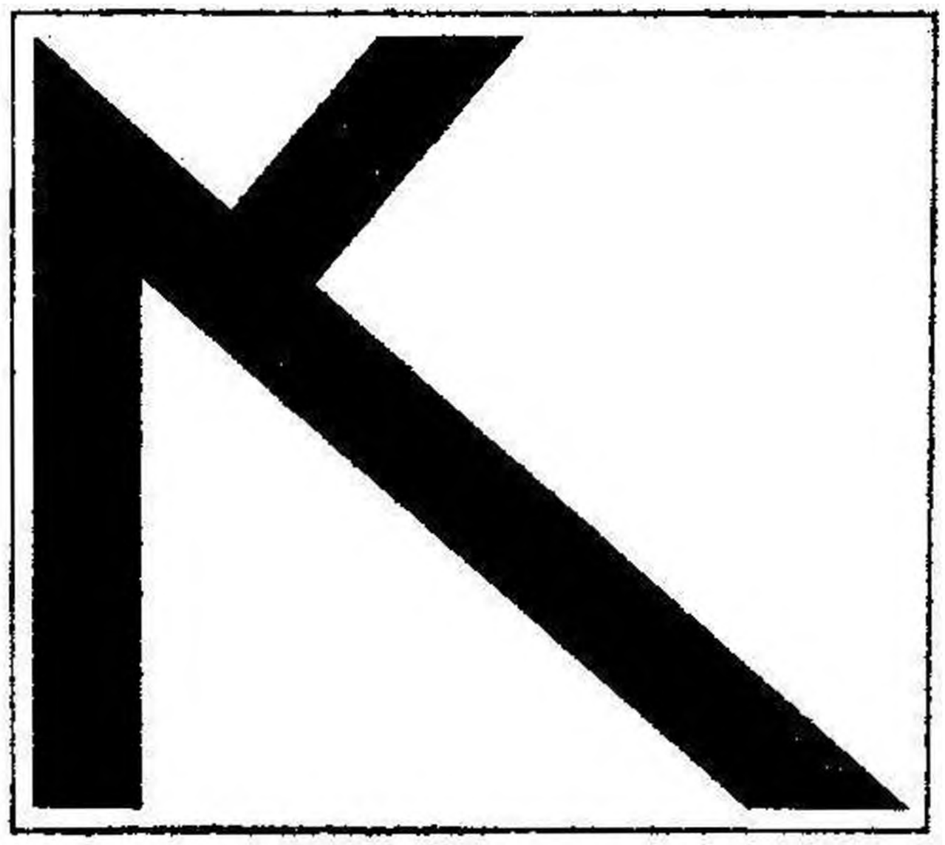
S. J. Cieślakowski

STACJE KOLEJOWE

WKŁ



Stacje kolejowe

Moim Rodzicom
Pelagii i Józefowi
pracę tę poświęcam

Autor

Podręcznik akademicki

dr inż. Stanisław J. Cieślakowski

Stacje kolejowe

Wydawnictwa Komunikacji i Łączności

Opiniodawca: *prof. dr hab. inż. Jerzy Makowski*
Redaktor merytoryczny: *mgr inż. Jolanta Horeczy*
Opracowanie graficzne całości: *Tadeusz Pietrzyk*
Redaktor techniczny: *Alicja Pietrzak*
Korekta: *Alina Podmiotko*

9896

625.165

Podręcznik akademicki omawiający zagadnienia związane z projektowaniem i planowaniem inwestycji na stacjach kolejowych, z uwzględnieniem ich przeznaczenia (osobowe, towarowe, ładunkowe itp.) oraz wielkości.
Omówiono w nim również problemy związane z: rozrządzaniem klasycznym i jego automatyzacją, zdolnością przepustową stacji kolejowych, projektowaniem węzłów kolejowych, a także ochroną środowiska.
Odbiorcy: Studenci wyższych uczelni technicznych — specjalności: drogi kolejowe, eksploatacja kolei, sterowanie ruchem kolejowym i systemy transportowe.

Tytuł dotowany przez Ministra Edukacji Narodowej

ISBN 83 206-1061-3

© Copyright by Wydawnictwa Komunikacji i Łączności
Warszawa 1992

Wydawnictwa Komunikacji i Łączności
ul. Kazimierzowska 52, 02-546 Warszawa,
tel. 49-27-51, telex 81-27-36, fax 49-23-22
Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego
Kraków ul. Czapskich 4.

PDW 15/98

Spis treści

1	Ogólne wiadomości o stacjach kolejowych	13
1.1.	Ogólne wiadomości o punktach eksploatacyjnych / 13	
1.2.	Stacja i jej zadania / 16	
1.3.	Podział stacji / 16	
1.4.	Wyposażenie stacji / 18	
2	Małe stacje	19
2.1.	Zadania małych stacji / 19	
2.2.	Układy małych stacji / 20	
3	Urządzenia sterowania ruchem na stacjach	23
3.1.	Sygnalizacja na posterunku ruchu / 23	
3.2.	Zwrotnice, odcinki izolowane i urządzenia ochronne / 31	
3.3.	Podział posterunku ruchu na okręgi / 35	
3.4.	Budynki nastawni / 36	
4	Urządzenia gospodarki trakcyjnej i wagonowej	41
4.1.	Lokomotywownie / 41	
4.1.1.	Podział i zadania lokomotywowni / 41	
4.1.2.	Obiekty lokomotywowni / 46	
4.1.3.	Rodzaje budynków głównych / 48	
4.1.4.	Przystosowanie istniejących parowozowni do potrzeb trakcji elektrycznej i spalinowej / 50	
4.1.5.	Budowa nowych lokomotywowni / 51	
4.1.6.	Punkty przeglądów kontrolnych pojazdów trakcyjnych / 52	
4.1.7.	Obiekty gospodarki olejowej spalinowych pojazdów trakcyjnych / 52	

6
4.1.8. Wymagania lokalizacyjne lokomotywowni / 52
4.1.9. Lokalizacja obiektów zaplecza technicznego służby trakcji na stacjach i w węzłach kolejowych / 54
4.1.10. Lokalizacja punktów przeglądów kontrolnych pojazdów trakcyjnych / 54
4.1.11. Lokalizacja obiektów zaopatrzenia pojazdów trakcyjnych / 55
4.1.12. Lokalizacja obiektów gospodarki olejowej i wodnej / 55
4.1.13. Przykładowe układy lokomotywowni / 58
4.2. Wagonownie / 63
4.2.1. Pojęcia podstawowe / 63
4.2.2. Zadania wagonowni / 64
4.2.3. Podział obiektów wagonowni / 67
4.2.4. Organizacja naprawy i przeglądów wagonów / 68
4.2.5. Układ torowy wagonowni / 70
4.2.6. Lokalizacja wagonowni / 71
4.2.7. Wymiary stanowisk przeglądowo-naprawczych / 71
4.2.8. Wymagania w zakresie obiektów torowych i drogowych / 72
4.2.9. Przykładowe układy wagonowni na PKP / 77

5 Stacje osobowe i postojowe 78

5.1. Ogólna charakterystyka stacji osobowych / 78
5.2. Układy torów stacji osobowych / 81
5.3. Urządzenia stacji osobowych / 84
5.4. Ogólna charakterystyka stacji postojowych / 84
5.5. Usytuowanie stacji postojowych / 90
5.6. Układy torów i wyposażenie stacji postojowych / 92
5.7. Proces nowoczesnego czyszczenia wagonów osobowych na przykładzie kolei DB / 96
5.8. Zaplecze techniczne do utrzymania wagonów pasażerskich na PKP / 101
5.8.1. Ocena stanu obecnego / 101
5.8.2. Kierunki modernizacji zaplecza / 102

6 Stacje ładunkowe 105

6.1. Ogólna charakterystyka stacji ładunkowych / 105
6.2. Układy torów na stacjach ładunkowych / 106
6.3. Wyposażenie stacji ładunkowych / 107
6.4. Stacje kontenerowe / 109
6.4.1. Podział i funkcje stacji kontenerowych / 109
6.4.2. Lokalizacja punktu kontenerowego a ochrona środowiska / 116
6.5. Stacje przeładunkowe, przemysłowe i portowe / 118

7 Stacje rozrządowe 125

7.1. Zadania stacji rozrządowych / 125
7.2. Podział stacji rozrządowych / 125

7.2.1. Podział stacji rozrządowych według ich znaczenia / 125
7.2.2. Podział stacji rozrządowych według sposobu wykonywania manewrów / 128
7.2.3. Podział stacji rozrządowych według liczby zespołów rozrządowych / 129
7.2.4. Podział stacji rozrządowych według układu grup torów / 129
7.2.5. Podział stacji rozrządowych według układu torów głównych w obrębie stacji / 130
7.3. Typy układów stacji rozrządowych — charakterystyki i zalecenia stosowania ich na PKP / 132
7.4. Układy torowe / 138
7.4.1. Podejścia do stacji rozrządowych / 138
7.4.2. Grupa przyjazdowa *P* / 139
7.4.3. Grupa kierunkowa *K* i rejon zestawiania składów pociągów / 141
7.4.4. Grupa porządkowa *Pb* / 142
7.4.5. Grupa odjazdowa *O* / 142
7.4.6. Grupa tranzytowa *T* / 142
7.5. Lokalizacja stacji rozrządowych w planie zagospodarowania przestrzennego i problemy ochrony środowiska / 146

8 Zdolność przepustowa stacji kolejowych 151

8.1. Pojęcia podstawowe i wiadomości wstępne / 151
8.2. Zdolność przepustowa grup torowych / 151
8.3. Zdolność przepustowa węzłów torowych / 154
8.4. Zastępcze obciążenie i współczynnik wykorzystania grup torowych / 156
8.5. Zastępcze obciążenie i współczynnik wykorzystania węzłów torowych / 157
8.6. Zdolność przepustowa lokomotywowni / 158
8.7. Przykład obliczania zdolności przepustowej i zastępczego obciążenia stacji / 160
8.8. Wykorzystanie teorii masowej obsługi do oszacowania potrzebnej liczby torów stacyjnych / 171

9 Zagadnienia rozrządzania klasycznego 174

9.1. Pojęcia ogólne / 174
9.2. Rozrządzanie składów pociągowych sposobem odstawczym / 175
9.3. Rozrządzanie składów pociągowych sposobem rzutów zwykłych / 178
9.4. Rozrządzanie składów pociągowych sposobem rzutów seryjnych / 180
9.5. Rozrządzanie składów pociągowych przy wykorzystaniu siły ciężkości / 182
9.6. Dynamika toczenia się odprzęgów pod wpływem siły ciężkości / 183
9.7. Proces rozrządzania grawitacyjnego / 190
9.8. Warunki określające prędkość spychania odprzęgów / 190
9.9. Wykorzystanie ETO do obliczeń dynamiki staczania odprzęgów wagonowych z górki rozrządowej / 197

8

9.10. Regulowanie prędkości toczenia się odprzęgów / 202
9.10.1. Cel stosowania hamulców / 202
9.10.2. Hamowanie odprzęgów płozami / 204
9.10.3. Hamulce torowe / 209
9.11. Wymagania dla układów torowych górki rozrządowej / 218
9.12. Układy torowe zautomatyzowanych górek rozrządowych / 223
9.12.1. Plan stoczni rozrządowej / 223
9.12.2. Profil stoczni rozrządowej / 232

10 Automatyzacja stacji rozrządowych 235

10.1. Współczesne systemy automatyzacji instalowane na stoczni rozrządowej / 235
10.1.1. Systemy automatycznej regulacji prędkości wagonów / 235
10.2. Stopnie mechanizacji i automatyzacji procesu rozrządzania wagonów ze stoczni rozrządowej / 239
10.3. Stopnie mechanizacji i automatyzacji procesu rozrządzania wagonów ze stoczni rozrządowych na PKP / 241
10.3.1. Urządzenia i systemy do nastawiania zwrotnic w strefie podziałowej górki rozrządowej / 244
10.3.2. Urządzenia i systemy do regulacji prędkości odprzęgów staczanych z górki rozrządowej / 245
10.3.3. Mikroprocesorowy system sterowania rozrządzaniem SNZ-3 / 250
10.3.4. Urządzenia automatyki sterowania i kontroli poczty pneumatycznej / 254
10.3.5. Sprzęt informatyczny w realizacji systemu SKPS / 259
10.3.6. Zakres działania systemu SKPS / 262
10.3.7. Zamierzenia rozwoju systemu SKPS / 265
10.4. Zakres i kierunki wprowadzania automatyzacji na zagranicznych stacjach rozrządowych / 265
10.4.1. Automatyzacja pracy manewrowej na stacji rozrządowej Seelze (DB) / 265
10.4.1.1. Położenie stacji i jej zadania / 265
10.4.1.2. Opis stacji / 269
10.4.1.3. Kierowanie pracą stacji / 269
10.4.1.4. Automatyzacja pracy rozrządzania / 276
10.4.2. Automatyzacja pracy manewrowej na stacji Bordeaux-Hourcade (SNCF) / 287
10.4.2.1. Uwagi wstępne / 287
10.4.2.2. Układ torowy stacji / 288
10.4.2.3. Zadania stacji / 289
10.4.2.4. Kierowanie pracą manewrową / 289
10.4.2.5. Automatyzacja pracy rozrządzania / 292
10.4.3. Automatyzacja pracy manewrowej na stacji rozrządowej Bazylea-Muttenz II (SBB) / 299

10.4.3.1. Uwagi wstępne / 299
10.4.3.2. Układ torowy i profil stacji Bazylea-Muttenz II / 300
10.4.3.3. Kierowanie pracą stacji / 300
10.4.3.4. Automatyzacja pracy rozrządowej / 300
10.4.4. Ocena zrealizowanych koncepcji automatyzacji pracy manewrowej / 314
10.4.5. Dalszy rozwój systemów automatyzacji pracy stacji rozrządowych / 315
10.5. Zastosowanie mikrokomputera do projektowania zautomatyzowanych stacji rozrządowych / 319
10.5.1. Wstęp / 319
10.5.2. Wprowadzenie danych / 320
10.5.3. Główne założenia programu / 320
10.5.4. Możliwości programu i wydruk wyników / 324
10.5.5. Zastosowanie programu / 326

11 Stacje węzłowe i węzły kolejowe 335

11.1. Stacje węzłowe / 335
11.2. Węzły kolejowe / 335
11.3. Technologia pracy węzła kolejowego / 341
11.3.1. Technologiczne wyposażenie węzła kolejowego / 341
11.3.2. Zadania ruchowe węzła / 345
11.3.3. Organizacja operatywnej pracy węzła / 345
11.3.3.1. Sposób sporządzania i przekazywania analiz pociągowych / 345
11.3.3.2. Sposób otrzymywania i przekazywania przedawizacji przesyłek / 345
11.3.3.3. Sposób operatywnego planowania pracy węzła / 345
11.3.4. Technologia obróbki pociągów i wagonów / 346
11.3.4.1. Obróbka składów pociągów pasażerskich oraz normy obróbki / 346
11.3.4.2. Obróbka składów pociągów towarowych przejeżdżających tranzytem oraz normy czasowe / 348
11.3.4.3. Obróbka składów pociągów towarowych kończących jazdę oraz normy czasowe obróbki / 349
11.3.4.4. Obróbka składów pociągów towarowych przy rozrządzaniu oraz normy czasowe obróbki / 350
11.3.4.5. Obróbka zestawianych składów pociągów towarowych oraz normy czasowe obróbki / 351
11.3.4.6. Obróbka składów pociągów towarowych rozpoczynających jazdę ze stacji Józefów oraz normy czasowe obróbki / 352
11.3.4.7. Obróbka wagonów miejscowych (loco) oraz normy czasowe obróbki / 353

12 Metody i przykłady projektowania 357

12.1. Metody projektowania / 357
12.2. Podstawowa struktura inferencyjna procesu projektowania / 361
12.3. Zadanie projektowe — dane wyjściowe / 363

10

12.4. Zasada zachowania równowagi ekologicznej / 364
12.5. Zasada jedności funkcji i formy w trójwymiarowej przestrzeni geometrycznej / 365
12.6. Zasada realizowalności — przestrzenie ograniczeń / 366
12.7. Założenia do projektu stacji kolejowej / 368
12.7.1. Charakterystyki techniczno-ruchowe linii kolejowych zbiegających się na stacji / 368
12.7.2. Charakterystyki przewidywanego obciążenia stacji ruchem pociągów / 368
12.7.3. Charakterystyki urządzeń miejscowych dla obsługi otoczenia stacji / 369
12.8. Cykl projektowania stacji kolejowej / 371
12.9. Wymiarowanie i konstruowanie schematu funkcjonalnego stacji / 723
12.9.1. Opis cyklu wymiarowania i konstruowania schematu funkcjonalnego stacji / 372
12.9.2. Obliczenia układu torowego stacji metodami deterministycznymi (analitycznymi) / 374
12.9.2.1. Liczba torów przyperonowych / 374
12.9.2.2. Liczba torów dla pociągów towarowych / 377
12.9.2.3. Liczba torów postojowych dla składów pociągów pasażerskich / 378
12.9.2.4. Długość frontu ładunkowego / 379
12.9.3. Zasady konstruowania schematów funkcjonalnych stacji / 379
12.9.4. Przykłady rozwiązań schematów funkcjonalnych stacji / 382
12.9.5. Dopuszczalność krzyżowań jazd sprzecznych na stacji / 383
12.9.5.1. Kryterium dopuszczalności jazd sprzecznych w elemencie krytycznym stacji / 383
12.9.5.2. Przykład badania dopuszczalności krzyżowań jazd sprzecznych / 384
12.10. Elementy układów stacji / 385
12.10.1. Rodzaje i numeracja torów / 385
12.10.2. Długości torów / 389
12.10.2.1. Pojęcia / 389
12.10.2.2. Długości torów dla pociągów towarowych / 390
12.10.2.3. Długości torów dla pociągów pasażerskich / 392
12.10.2.4. Żeberka ochronne / 393
12.10.3. Łuki kołowe (w planie) / 394
12.10.4. Pochylenia torów i załomy profilu podłużnego / 395
12.10.5. Rozstawy torów / 398
12.10.6. Zmiany rozstawu torów / 404
12.10.6.1. Zasady ogólne / 404
12.10.6.2. Układ I zmiany rozstawu torów (dwa łuki kołowe o promieniach $R < 4000$ m z czterema krzywymi przejściowymi / 406
12.10.6.3. Układ II zmiany rozstawu torów (dwa łuki kołowe o promieniach $R \geqslant 4000$ m — bez krzywych przejściowych) / 408
12.10.6.4. Układ III zmiany rozstawu torów (cztery krzywe przejściowe) / 409
12.10.6.5. Poszerzenie rozstawu torów przy wyjściu z łuku / 410
12.10.7. Perony, przejścia, kładki i tunele dla podróżnych / 411

12.10.7.1. Perony / 411
12.10.7.2. Przejścia przez tory / 413
12.10.7.3. Kładki i tunele / 413
12.10.7.4. Schody i pochylnie / 414
12.10.7.5. Zdolności przepustowe przejść dla pieszych / 416
12.10.8. Rozjazdy i skrzyżowania torów / 418
12.10.8.1. Rysowanie rozjazdów na planach stacji / 418
12.10.8.2. Parametry i wytyczne stosowanie rozjazdów / 419
12.10.8.3. Ukresy / 422
12.10.9. Drogi zwrotnicowe / 423
12.10.9.1. Układy dróg zwrotnicowych / 423
12.10.9.2. Wstawki proste / 425
12.10.9.3. Obliczanie parametrów drogi zwrotnicowej / 428
12.10.10 Rozwiązanie dróg w rejonie stacji kolejowej / 436
12.11. Podejścia linii kolejowych do stacji / 442
12.11.1. Rozploty podejść do stacji węzłowych / 442
12.11.2. Rozwiązanie różnopoziomowego skrzyżowania torów na podejściu do stacji / 444
12.12. Projektowanie modernizacji stacji rozrządowych / 447
12.12.1. Wprowadzenie / 447
12.12.2. Współczesne wymogi konstrukcyjne stacji rozrządowych / 450
12.12.2.1. Długości i pochylenia torów / 450
12.12.2.2. Rozwiązania układów w rejonie górki rozrządowej w dostosowaniu do ASR / 451
12.12.2.3. Zapewnienie stabilności i warunków utrzymania toru / 454
12.12.3. Wymiarowanie modernizowanych stacji rozrządowych / 455
12.12.4. Uwagi na temat metody projektowania modernizacji stacji rozrzędowych / 456
12.13. Przykłady projektowania / 458

13 Problemy ochrony środowiska 464

13.1. Ochrona lasów i gruntów ornych / 464
13.2. Ochrona środowiska przed hałasem i wibracją pociągu / 467
13.3. Ochrona środowiska przed szkodliwym działaniem lokomotyw manewrowych i pociągowych / 470
13.3.1. Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego / 470
13.3.2. Hałas i drgania silników wysokoprężnych / 471
13.3.2.1. Hałas ssania / 472
13.3.2.2. Hałas wylotu / 472
13.3.2.3. Drgania i hałasy wywołane zespołem cylindrowo-tłokowym / 472
13.3.2.4. Drgania i hałasy wywołane procesem spalania / 473
13.3.2.5. Drgania i hałasy pomp paliwowych / 473
13.3.2.6. Drgania i hałasy zaworów / 473

13.3.3. Hałas aerodynamiczny silników elektrycznych / 474
13.4. Zagrożenie środowiska w podtorzu i rejonie przyległym / 474
13.4.1. Sieć powrotna / 474
13.4.2. Uszynienia / 476
13.4.3. Prądy błądzące / 477
13.5. Zagrożenie pożarowe i wybuchowe obiektów lokomotywowni / 481
13.5.1. Magazyny karbidu / 481
13.5.1.1. Zagrożenie pożarowe / 481
13.5.1.2. Wymagania budowlane / 482
13.5.1.3. Instalacje i podręczny sprzęt pożarniczy / 482
13.5.1.4. Wskazania prewencyjne / 483
13.5.2. Stacje zgazowania tlenu ciekłego / 483
13.5.2.1. Zagrożenie pożarowe i wybuchowe / 484
13.5.2.2. Wskazania prewencyjne / 485
13.5.3. Stacje paliw płynnych / 486
13.5.3.1. Zagrożenie pożarowe i wybuchowe / 486
13.5.3.2. Lokalizacja i wymagania budowlane / 487
13.5.3.3. Instalacje paliwowe / 488
13.5.3.4. Urządzenia elektryczne i alarmowe / 489
13.5.3.5. Urządzenia sanitarne i sprzęt pożarniczy / 489
13.5.3.6. Wskazania prewencyjne / 489

14 Nowoczesne kierunki rozwoju niektórych dziedzin transportu kolejowego na świecie 490

14.1. Automatyzacja pracy manewrowej na stacjach rozrządowych / 490
14.2. Automatyzacja sterowania ruchem na szlakach i stacjach kolei miejskich / 491
14.3. Szybkie pociągi pasażerskie i ich stacje postojowe / 492

Bibliografia 493

1

Ogólne wiadomości o stacjach kolejowych

1.1. Ogólne wiadomości o punktach eksploatacyjnych

Na sieci kolejowej, składającej się z linii kolejowych, usytuowane są punkty eksploatacyjne. Punkty eksploatacyjne (rys. 1.1) dzielą się na:

— posterunki ruchu,

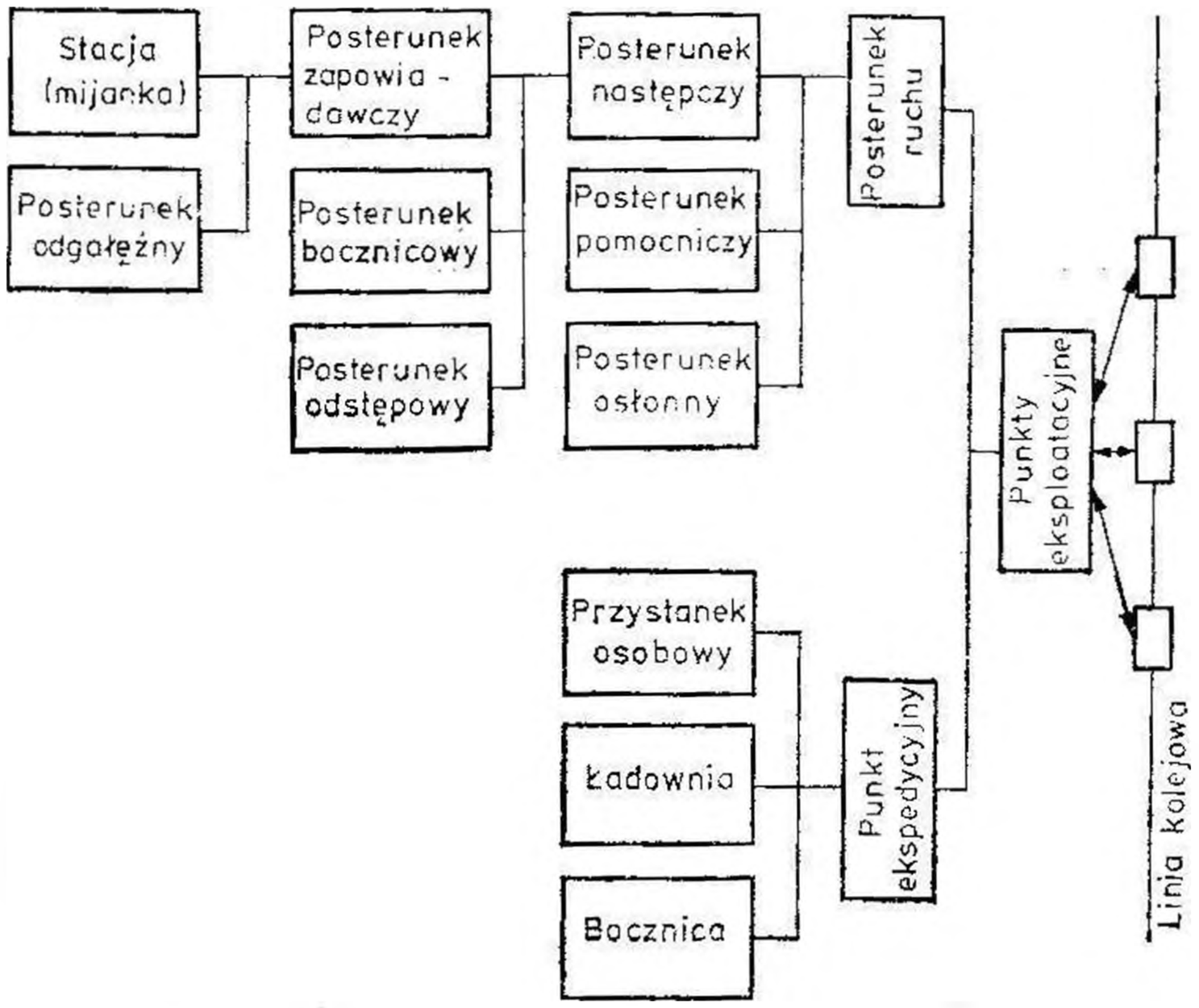
— punkty ekspedycyjne.

Posterunki ruchu (rys. 1.2 ÷ 1.6) służą do bezpiecznego, regularnego i sprawnego prowadzenia ruchu pociągów i dzielą się na:

— następcze,

— pomocnicze,

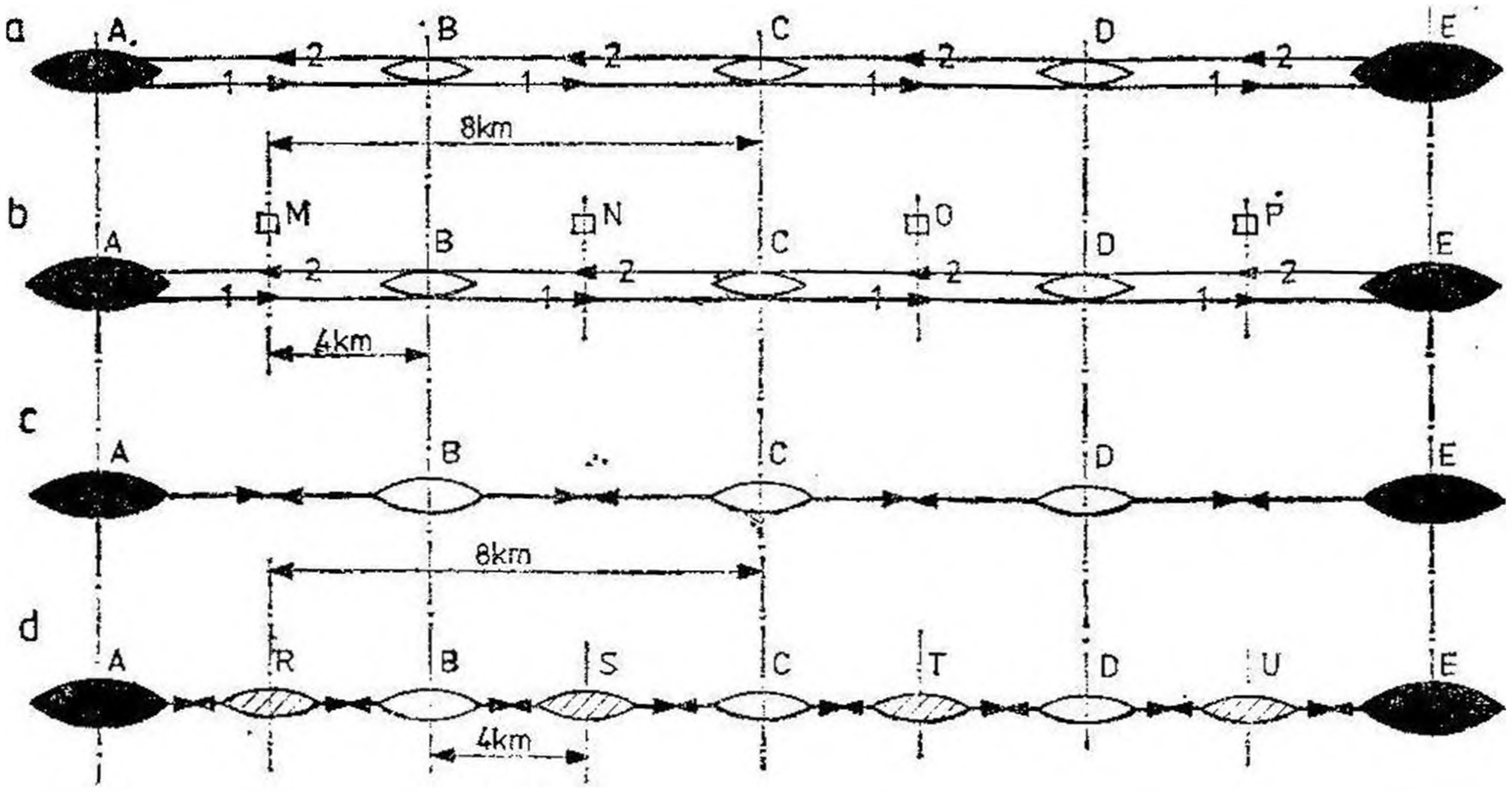
— osłonne.



1.1. Podział punktów eksploatacyjnych na linii kolejowej

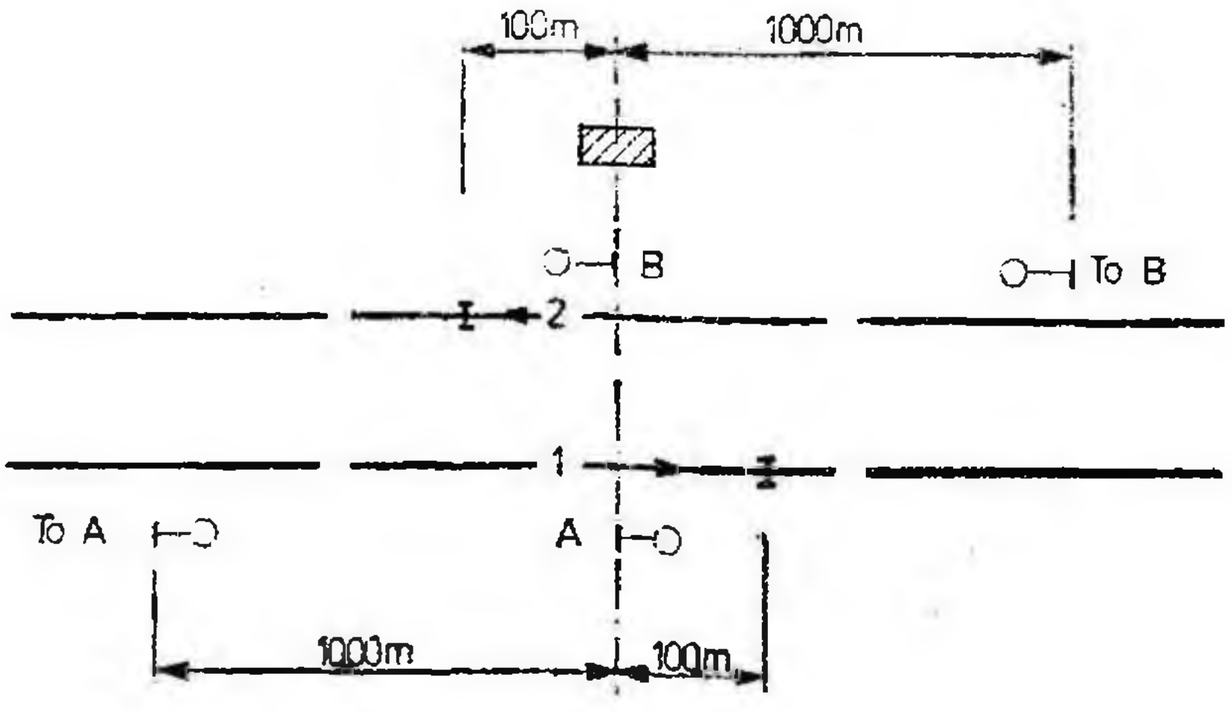
14 Posterunki następcze regulują następstwo pociągów i dzielą się na zapowiadawcze, bocznicowe i odstępowe. Posterunki zapowiadawcze mogą zmieniać kolejność wyjazdów pociągów na przyległy szlak. Do posterunków zapowiadawczych zalicza się stacje oraz posterunki odgałęźne.

Stacja, na której pociągi mogą się tylko jedynie wyprzedzać i krzyżować nazywa się mijanką.

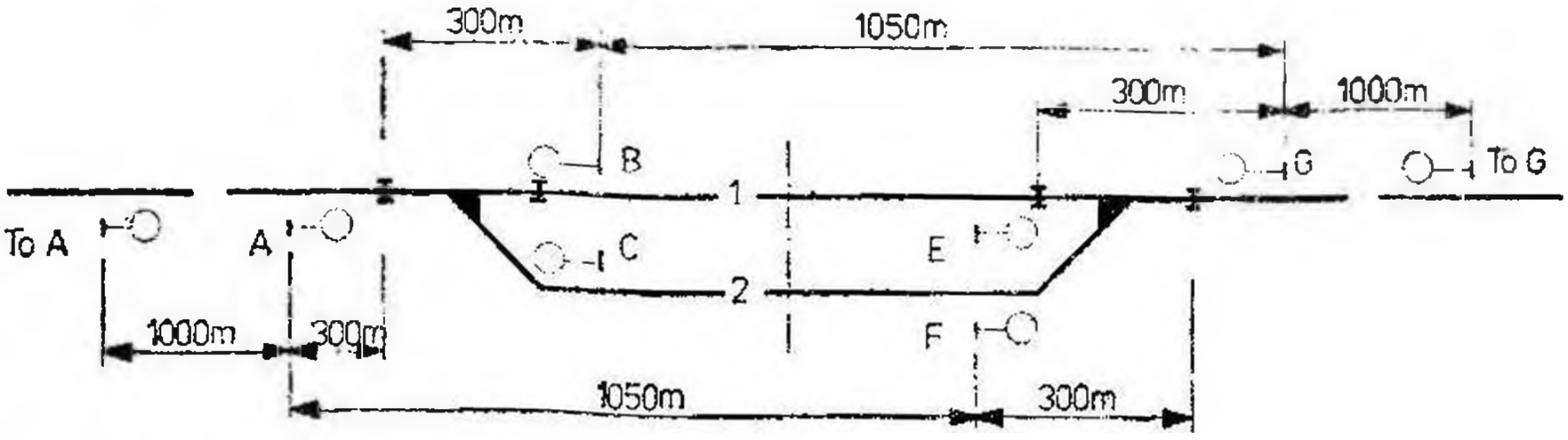


1.2. Układ torów szlakowych i rozmieszczenie posterunków ruchu na odcinkach linii

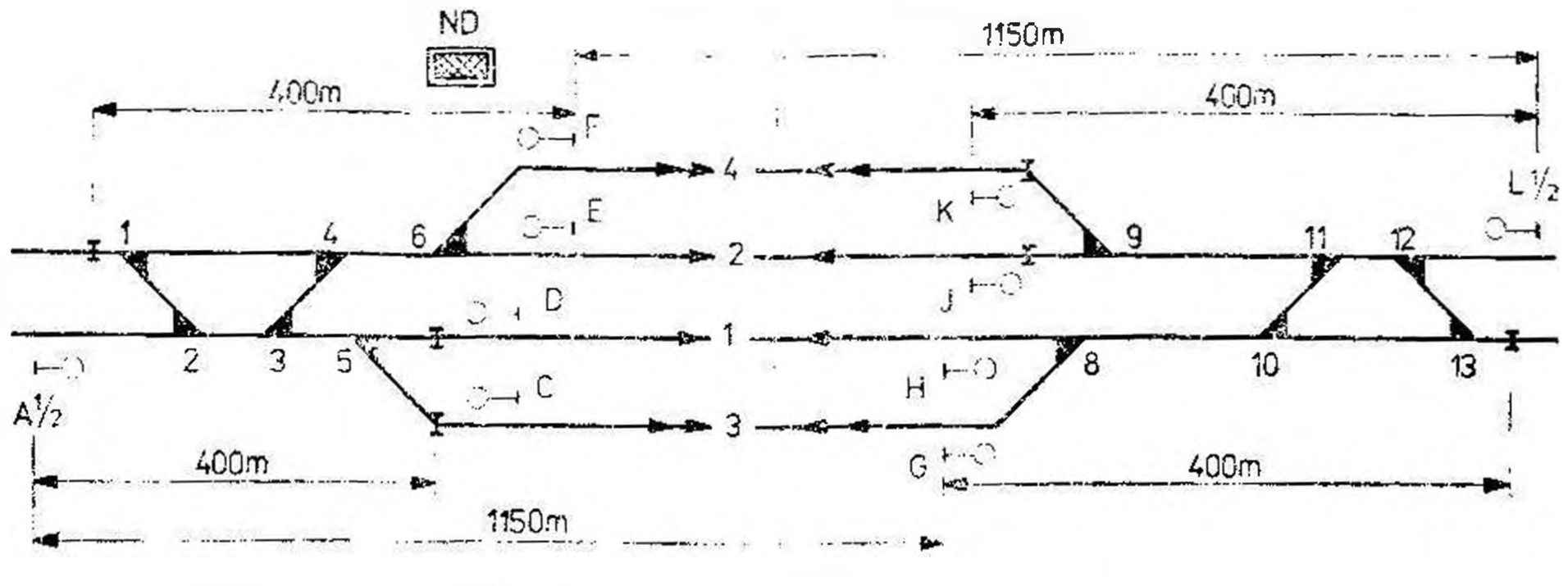
a i *b* — linia dwutorowa, *c* i *d* — linia jednotorowa; *A* i *B* — stacje węzłowe, *B*, *C*, *D* — stacje pośrednie, *M*, *N*, *O*, *P* — posterunki blokowe blokady półsamoczynnej, *R*, *S*, *T*, *U* — mijanki



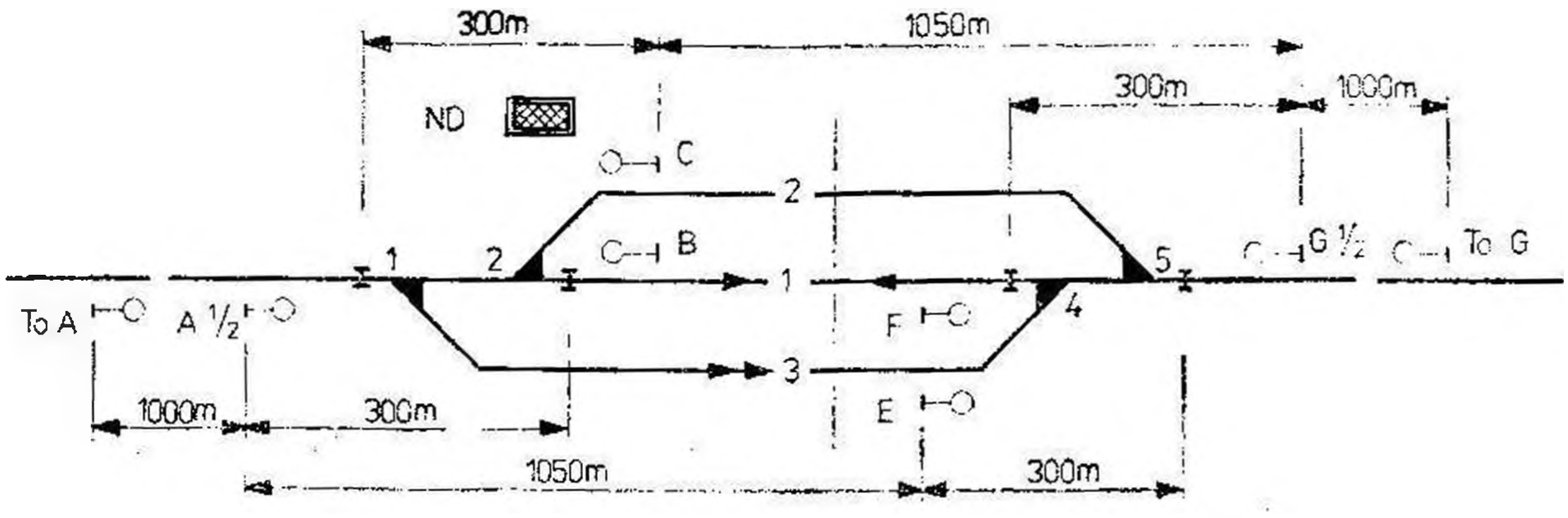
1.3
Plan schematyczny posterunku blokowego



1.4. Plan schematyczny mijanki



1.5. Plan schematyczny stacji pośredniej na odcinku linii dwutorowej



1.6. Plan schematyczny stacji pośredniej na odcinku linii jednotorowej

Posterunek odgałęźny jest posterunkiem zapowiadawczym, zlokalizowanym przy odgałęzieniu linii kolejowej na szlaku, a także przy przejściu linii jednotorowej w dwutorową lub odwrotnie.

Posterunek bocznicowy, usytuowany na szlaku w miejscu odgałęzienia się bocznicy, bierze udział w prowadzeniu ruchu wszystkich pociągów kursujących na przyległych odstępach i pociągów obsługujących bocznicę.

Posterunek odstępowy reguluje jedynie następstwo pociągów, natomiast nie może zmienić ich kolejności. Posterunki odstępowe mogą być obsługiwane lub samoczynne.

Posterunek pomocniczy jest zlokalizowany na szlaku przy odgałęzieniu bocznicy w celu umożliwienia wjazdu pociągu na bocznicę lub odwrotnie. Posterunek ten bierze udział w zapowiadaniu tylko pociągów bocznicowych.

Posterunek osłonny jest uruchamiany na szlaku dla osłony skrzyżowania dwóch linii kolejowych w jednym poziomie, splotu torów itp.

Punkty ekspedycyjne służą do prowadzenia działalności handlowych, związanych z odprawą podróżnych i czynnościami ładunkowymi. Do punktów ekspedycyjnych zalicza się:

— przystanki osobowe,
— ładownie,
— bocznice.

16 Przystanek osobowy jest miejscem na szlaku przeznaczonym przede wszystkim do obsługi ruchu pasażerskiego.

Ładownia jest torem użytku publicznego, odgałęziającym się na szlaku, zlokalizowanym dla załadowania i wyładowania wagonów towarowych.

Bocznica jest torem (lub torami) kolejowym użytku niepublicznego, odgałęziającym się na szlaku albo na stacji, przeznaczonym do obsługi kolejowej zakładu przemysłowego, fabryki itp.

1.2. Stacja i jej zadania

Stacją kolejową nazywa się obszar komunikacji kolejowej, obejmujący określony układ torowy wraz z obiektami i urządzeniami technologicznie powiązanymi, służącymi do wykonywania określonej pracy ruchowej i przewozowej.

Stacja kolejowa jest zapowiadawczym posterunkiem ruchu. Na stacji oprócz torów głównych zasadniczych, stanowiących przedłużenie torów szlakowych, musi znajdować się co najmniej jeden tor główny dodatkowy. Na stacji pociągi mogą rozpoczynać lub kończyć swoją jazdę, wyprzedzać się i krzyżować, a także zmieniać kierunek jazdy. Na stacji może również odbywać się przerabianie, rozrządzanie i zestawianie składów pociągów. Ponadto odbywają się tam w pełnym lub w ograniczonym zakresie wszystkie czynności związane z odprawą podróżnych, przesyłek bagażowych, ekspresowych, pocztowych i ładunków, a także zmiana lokomotyw i drużyn pociągowych oraz oględziny techniczne taboru.

1.3. Podział stacji

Zależnie od rodzaju przewozów rozróżnia się stacje:

— osobowe, obsługujące ruch osobowy oraz odprawę przesyłek bagażowych,
— towarowe, przeznaczone do obsługi przewozu przesyłek towarowych,
— osobowo-towarowe, przeznaczone do obsługi obu rodzajów przewozów.

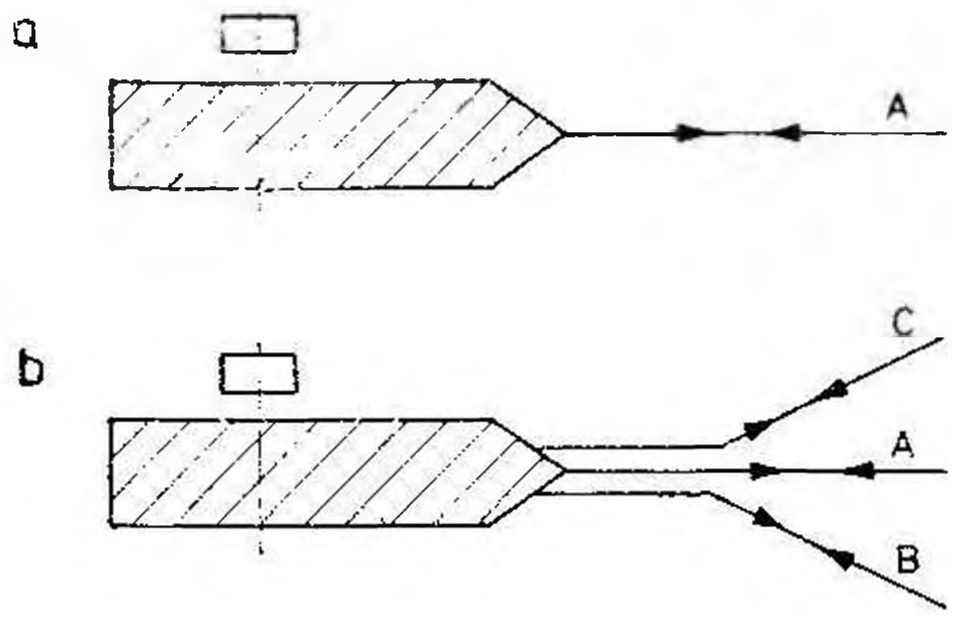
W zależności od pracy techniczno-ruchowej rozróżnia się stacje [23]:

— rozrządowe, przeznaczone do rozrządzania i zestawiania pociągów towarowych według kierunków docelowych,
— ładunkowe, wykonujące czynności związane z nadawaniem, wydawaniem i przechowywaniem przesyłek towarowych,
— postojowe, przeznaczone do postoju, oględzin technicznych taboru, czyszczenia, naprawy, wyposażenia i przerabiania składów pociągów pasażerskich,
— przeładunkowe, usytuowane na styku kolei o różnych szerokościach toru i przeznaczone do przeładunku przesyłek towarowych z jednej kolei na drugą.

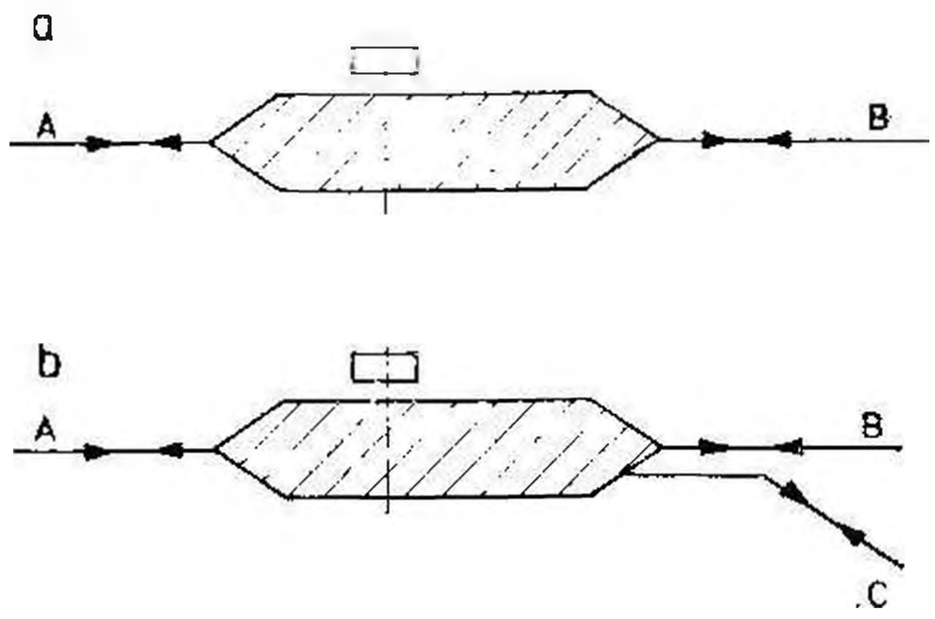
Ze względu na usytuowanie stacji na kolejowej linii rozróżnia się stacje:

— krańcowe, położone na początku lub końcu linii,
— węzłowe, położone w miejscu skrzyżowania lub łączenia się co najmniej trzech linii kolejowych i wykonujące dla nich wszystkie czynności ruchowe i handlowe,
— pośrednie, położone między dwiema najbliższymi stacjami węzłowymi lub między stacją węzłową a krańcową.

Stacje pośrednie i węzłowe mogą mieć układ przechodni lub czołowy (rys. 1.7 i 1.8).



1.7
Stacje czołowe [23]
a — krańcowa, *b* — węzłowa



1.8
Stacja przechodnia [23]
a — pośrednia, *b* — węzłowa

Ze względu na zakres czynności technicznych rozróżnia się stacje: małe, średnie i duże.

Zależnie od rodzaju i zakresu zadań stacje pod względem administracyjnym dzielą się na klasy IV, III, II, I i ponadklasowe. Normatywną klasyfikację stacji PKP podano w Dzienniku Urzędowym MK nr 20 z 1970 r. Uwzględnia ona różne elementy pracy i wyposażenia stacji przeliczone na tzw. jednostki przeliczeniowe (JP). Wynika z niej podział stacji na 5 grup:

1 — stacje pozaklasowe, których prace obliczono na więcej niż 1400 JP ruchowo-handlowych albo więcej niż 700 JP ruchowych,
2 — stacje I klasy — 900–1400 JP ruchowo-handlowych,
3 — stacje II klasy — 501–900 JP ruchowo-handlowych albo 121–360 JP ruchowych,
4 — stacje III klasy — 61–500 JP ruchowo-handlowych,
5 — stacje IV klasy — poniżej 61 JP ruchowo-handlowych.

W polskich opracowaniach urbanistycznych wyróżnia się 3 rodzaje dworców:

— małe — obsługujące miasta i osiedla do 20 tys. mieszkańców,
— średnie — obsługujące miasta od 20 do 100 tys. mieszkańców,
— duże — obsługujące największe ośrodki administracyjne, przemysłowe i handlowe o liczbie mieszkańców ponad 100 tys.

Rozmiar obsługiwanego ośrodka ma bezpośredni (liczba mieszkańców) i pośredni (wraz ze wzrostem liczby mieszkańców i znaczenia ośrodka wzrasta tzw. wskaźnik ruchliwości mieszkańców) wpływ na wielkość potoków pasażerskich. Podział ten nie ma jednak charakteru normatywnego.

Ponadto wyróżnia się stacje macierzyste i zwrotne.

Stacje macierzyste są to stacje, które dysponują przydzielonymi drużynami pociągowymi lub przypisanymi lokomotywami. Stacje zwrotne dokonują planowych zmian lokomotyw lub nie przydzielonych do tych stacji drużyn pociągowych. Stacje te są wyposażone w lokomotywownie.

1.4. Wyposażenie stacji

Stacje kolejowe wykonują czynności:

— handlowe, związane z przewozem pasażerów i ładunków,

— techniczno-ruchowe, dla realizacji przewozów przez organizowanie i prowadzenie ruchu pociągów,

— gospodarczo-administracyjne, związane z obsługą magazynów własnych, zaopatrzeniem pracowników i organizowaniem pracy drużyn pociągowych.

Do wykonywania czynności handlowych stacje muszą mieć następujące urządzenia:

— tory peronowe i ładunkowe,

— perony osobowe i bagażowe,

— połączenia dworca z peronami i peronów między sobą,

— ekspedycje towarowe, magazyny, rampy i place ładunkowe, wagi wagonowe i drogi dojazdowe.

Do wykonania czynności techniczno-ruchowych stacje powinny być wyposażone w budynki i urządzenia techniczne, mianowicie:

— układ torowy,

— nastawnie, w których ześrodkowane są urządzenia zabezpieczenia ruchu i łączności,

— hamulce torowe (na stacjach rozrządowych),

— urządzenia trakcyjne (lokomotywownie, urządzenia do zaopatrywania lokomotyw w potrzebne materiały i paliwo),

— sieć trakcyjną i energetyczną,

— sieć wodociągowo-kanalizacyjną i przeciwpożarową.

Na stacjach znajdują się ponadto budynki administracyjne, techniczne, gospodarcze, socjalne i mieszkalne. Wyposażenie stacji w budynki i urządzenia techniczne zależy od rodzaju i zakresu wykonywanej pracy przewozowej.

2

Małe stacje

2.1. Zadania małych stacji

Praca małej stacji obejmuje czynności techniczne, związane z prowadzeniem ruchu pociągów oraz czynności handlowe, związane z przewozami osób i towarów. Do czynności technicznych można zaliczyć: przyjmowanie pociągów osobowych i towarowych zatrzymujących się na stacji, przepuszczanie pociągów nie zatrzymujących się, krzyżowanie i wyprzedzanie pociągów, manewry z wagonami podlegającymi wyładunkowi lub naładunkowi, ewentualna obsługa bocznic. Do czynności handlowych zalicza się: obsługę ruchu osobowego wraz z ekspedycją bagażu podróżnych, przyjmowanie, przechowywanie i wysyłanie przesyłek pocztowych, załadunek towarów z innych środków komunikacji do wagonów kolejowych i odwrotnie oraz przechowywanie towarów. Dla należytego wykonywania omawianych czynności powinien być zaprojektowany odpowiedni układ urządzeń i torów.

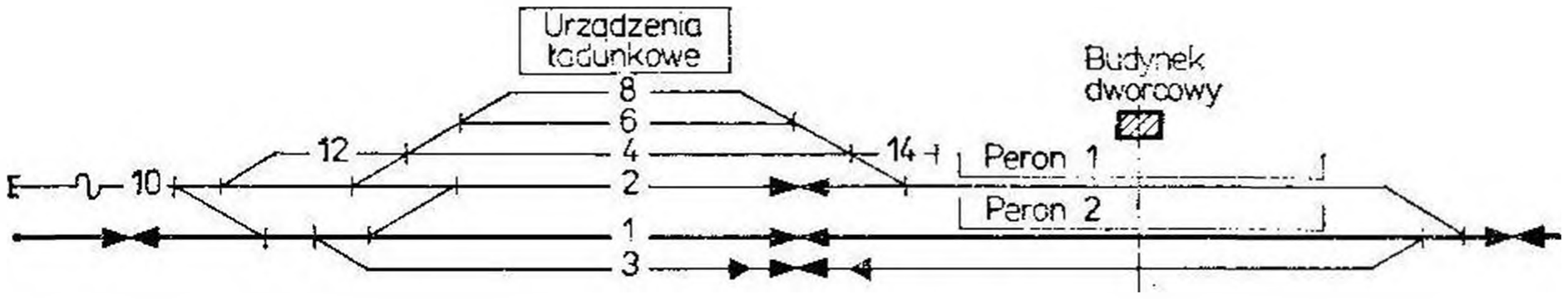
Tory stacyjne dzielą się na tory główne (zasadnicze, będące przedłużeniem torów szlakowych i dodatkowe), które służą do przepuszczania i przyjmowania pociągów oraz tory boczne, które służą do wykonywania manewrów, wyładunku, załadunku i postoju wagonów.

Liczba torów głównych powinna być równa liczbie pociągów, które mogą znaleźć się równocześnie na stacji. Należy przy tym uwzględniać możliwość powstania zakłóceń w ruchu pociągów, zwłaszcza na stacjach przedwęzłowych. Na małych stacjach linii jednotorowych powinny być projektowane przynajmniej dwa tory główne. Pożądane jest jednak, zwłaszcza na stacjach położonych w pobliżu węzłów (dwie lub trzy stacje przed węzłem) projektowanie najmniej trzech torów głównych. Na małych stacjach linii dwutorowych wystarczy zaprojektować co najmniej trzy tory główne, jednak ze względów ruchowych wskazane jest projektowanie czterech torów głównych, po dwa dla każdego kicrunku. Większa liczba torów może być stosowana na stacjach przedwęzłowych, w celu uniknięcia zakłóceń w ruchu pociągów [63]. Do wykonania manewrów, wyładunku, naładunku i postoju wagonów projektuje się tory ładunkowe, odstawcze, obiegowe dla lokomotyw, wyciągowe i wagowe. W celu zapewnienia bezpiecznego i sprawnego przebiegu czynności technicznych wyposaża się stację w odpowiednie urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego. Dla obsługi ruchu osobowego projektuje się budynek dworcowy połączony z peronami, a do przeładunku towarów

między koleją i innymi środkami transportu buduje się na stacji magazyny, wiaty, ładownie i place ładunkowe wraz z odpowiednimi dojazdami oraz wagi wagonowe i skrajniki.

2.2. Układy małych stacji

Układ urządzeń i torów na małej stacji powinien zapewniać dogodne wykonywanie wszystkich czynności technicznych i handlowych. Tory i urządzenia ładunkowe mogą być położone po tej stronie torów głównych co budynek dworcowy, albo po stronie przeciwnej. Wzajemne położenie tych urządzeń zależy od zakresu miejscowych przewozów kolejowych i związanej z tym liczebności personelu stacyjnego. Na małych stacjach często wszystkie czynności wykonuje zawiadowca stacji. W tym przypadku jest wskazane usytuowanie dworca i torów ładunkowych po jednej stronie torów głównych, korzystne dla personelu stacji i klientów kolei. Rozwiązanie takie może wynikać również z braku dogodnego dojazdu do urządzeń ładunkowych przy ich umieszczeniu po drugiej stronie stacji. Na rysunku 2.1 pokazano schemat małej stacji na linii jednotorowej

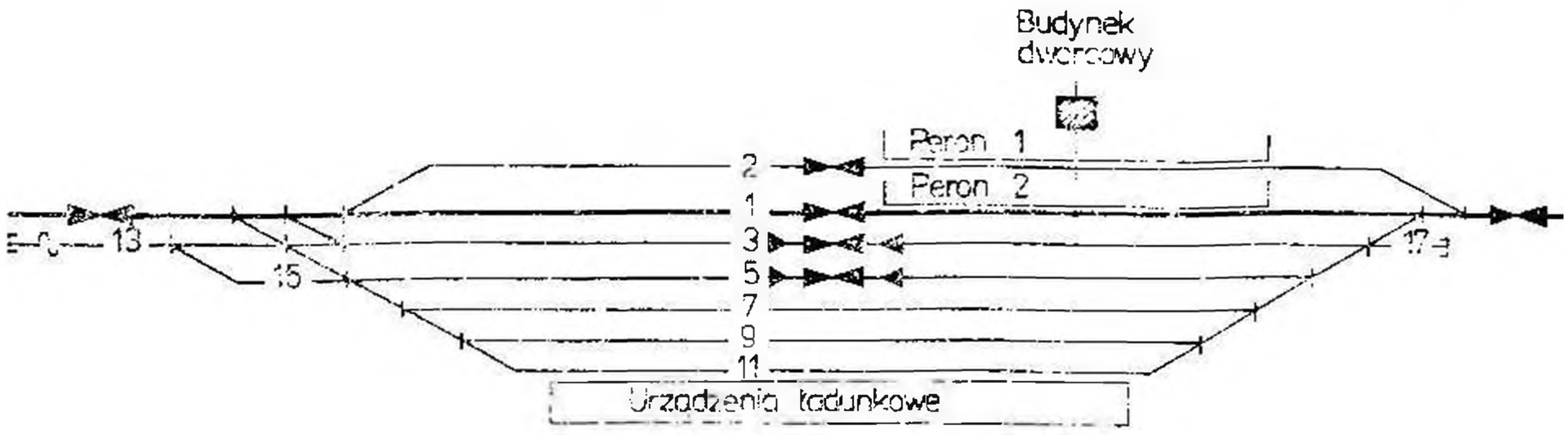


2.1. Schemat małej stacji

Przeznaczenie torów: *1* — tor główny zasadniczy, *2* — tor główny dodatkowy pasażerski i dla poc. zbiorowych, *3* — tor główny dodatkowy towarowy, *4* — tor odstawczy, *6* — tor obiegowy, *8* — tor ładunkowy, *10* — tor wyciągowy, *12* — tor wagowy, *14* — tor żeberkowy

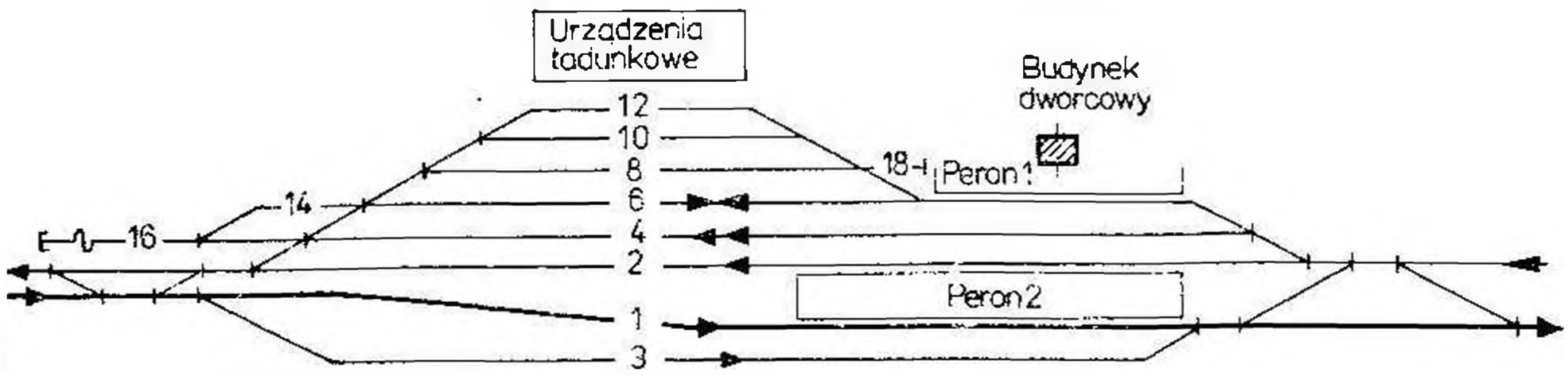
z urządzeniami ładunkowymi i dworcem umieszczonymi po tej samej stronie toru głównego zasadniczego. Pociągi osobowe korzystają zasadniczo z toru *1* i jedynie przy krzyżowaniu lub wyprzedzaniu wjeżdżają na tor *2*. Pociągi towarowe nie zatrzymujące się na stacji przejeżdżają po torze *1*, a tylko przy krzyżowaniu lub wyprzedzaniu są kierowane na tor *3*. Pociągi zbiorowe, z wagonami przeznaczonymi dla danej stacji są przyjmowane na tor *2*, a następnie za pomocą lokomotywy tego pociągu zbiorowego wykonuje się manewry związane z zabraniem i podstawieniem wagonów na tor *8*. Korzysta się przy tym z pozostałych torów bocznych (tory *4*, *6*, *10*, *12*, *14*). Również z toru *2* wyprawia się pociągi zbiorowe po dołączeniu do nich wagonów zabieranych ze stacji. Wadą omawianego układu stacji jest uniemożliwienie w czasie manewrów pociągu zbiorowego krzyżowania i wyprzedzania pociągów osobowych oraz odcięcie dostępu do peronu położonego przy torze *1*.

Przy dużym miejscowym obrocie towarów można urządzenia ładunkowe umieszczać po drugiej stronie torów głównych w stosunku do budynków dworca, co ułatwia manewry pociągów zbiorowych. Wymaga to jednak wykonania dogodnego dojazdu drogowego z przecięciem torów głównych. Tory główne dodatkowe dla ruchu towarowego należy w tym przypadku umieszczać po stronie urządzeń ładunkowych. Na ry-



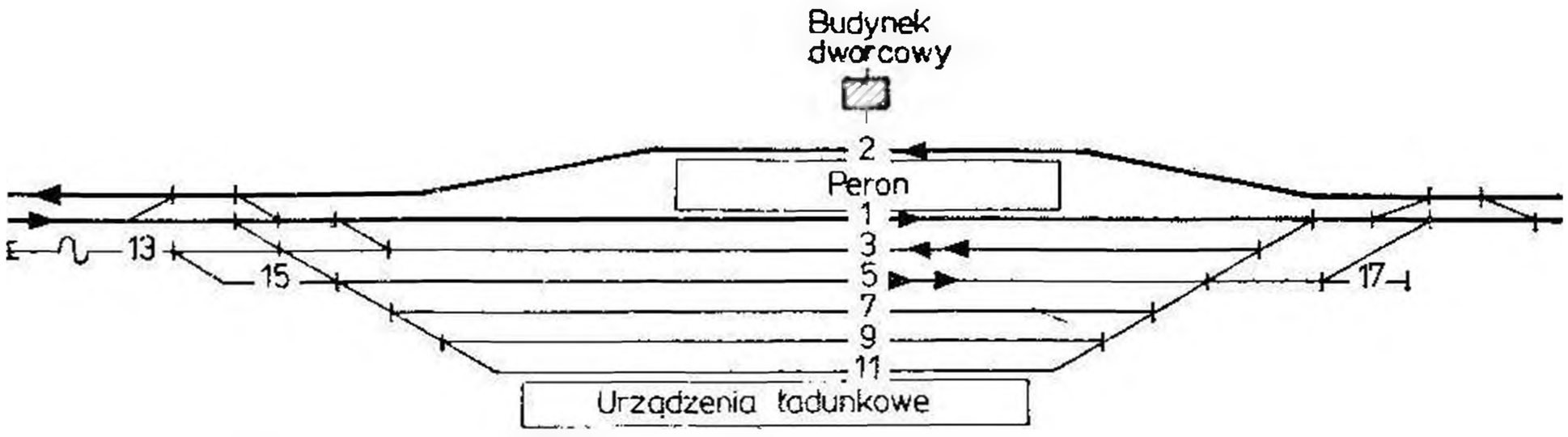
2.2. Schemat małej stacji na linii jednotorowej

Przeznaczenie torów: *1* — tor główny zasadniczy, *2* — główny dodatkowy pasażerski, *3* — tor główny dodatkowy towarowy, *5* — tor główny dodatkowy dla poc. zbiorowych, *7* — tor odstawczy, *9* — tor obiegowy, *11* — tor ładunkowy, *13* — tor wyciągowy, *15* — tor wagowy, *17* — tor żeberkowy



2.3. Schemat małej stacji na linii dwutorowej

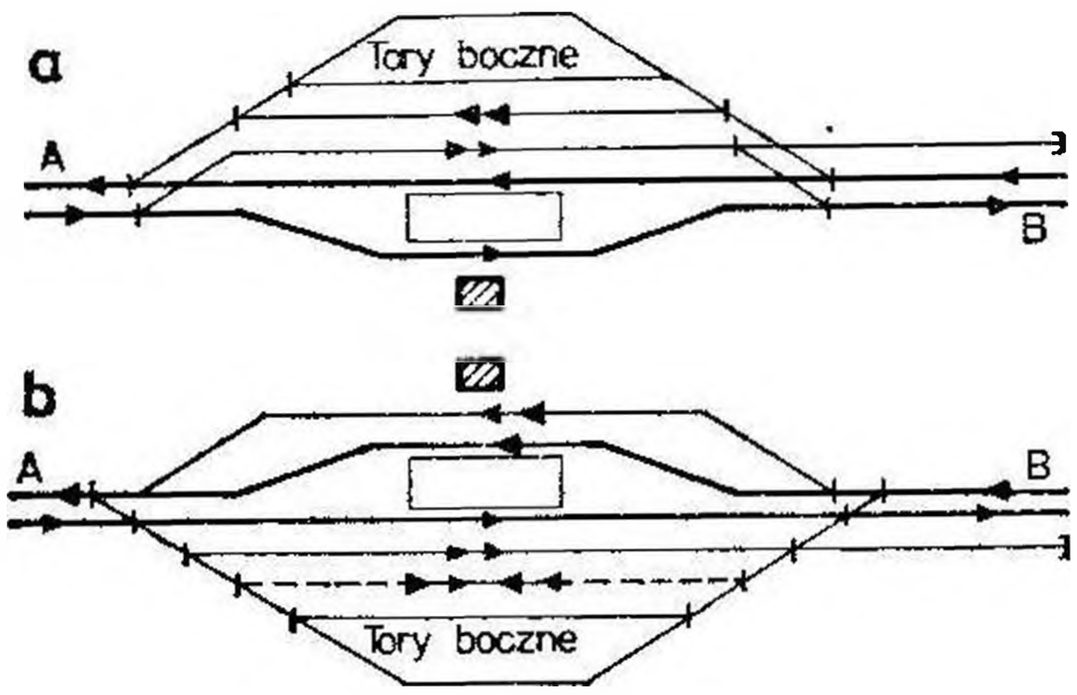
Przeznaczenie torów: *1*, *2* — tory główne zasadnicze, *3*, *4* — tory główne dodatkowe towarowe, *6* — tor główny dodatkowy pasażerski i dla poc. zbiorowych, *8* — tor odstawczy, *10* — tor obiegowy, *12* — tor ładunkowy, *14* — tor wagonowy, *16* — tor wyciągowy, *18* — tor żeberkowy



2.4. Schemat małej stacji [63]

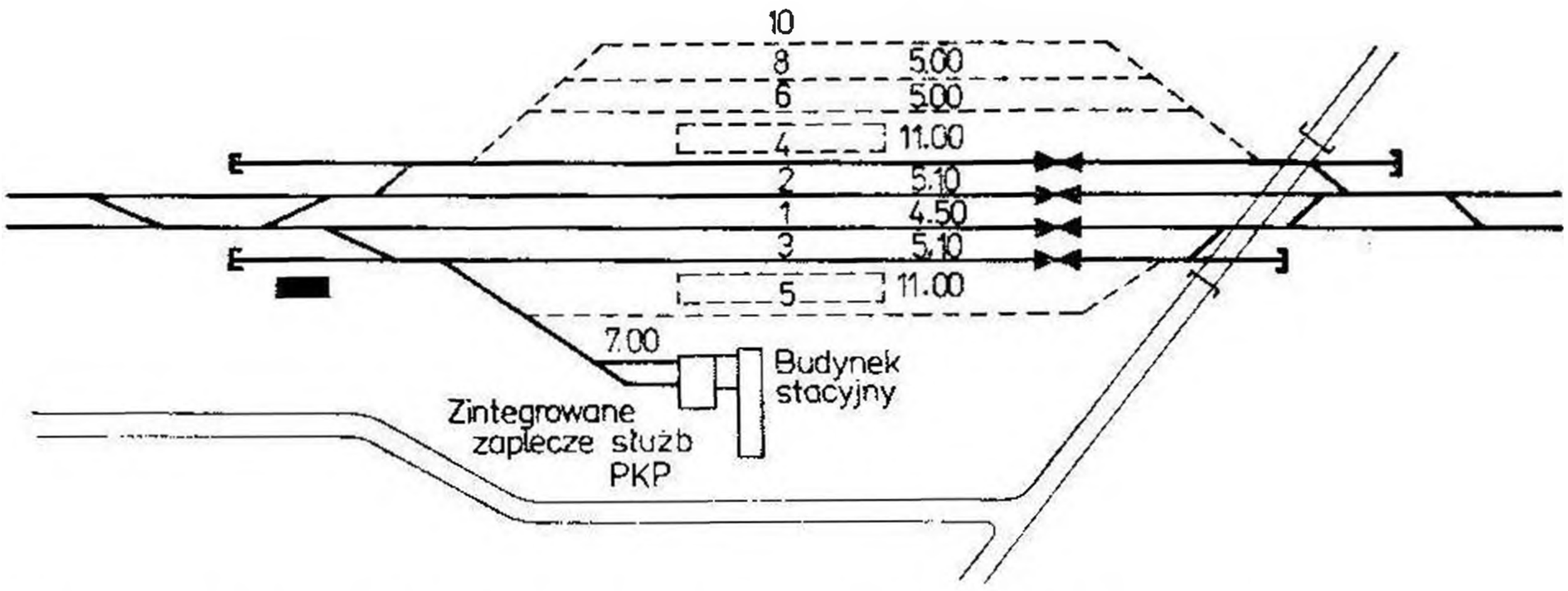
Przeznaczenie torów: *1*, *2* — tory główne zasadnicze, *3*, *5* — tory główne dodatkowe towarowe, *7* — tor odstawczy, *9* — tor obiegowy, *11* — tor ładunkowy, *13* — tor wyciągowy, *15* — tor wagowy, *17* — tor żeberkowy

sunku 2.2 pokazano układ małej stacji na linii jednotorowej, a na rysunku 2.3 i 2.4 na linii dwutorowej. Podane przykłady układów małych stacji powinny być przy projektowaniu dostosowane do miejscowych warunków (budynek dworcowy od strony obsługiwanej miejscowości, tor wyciągowy pochyłony w stronę stacji). Na małych stacjach linii dwutorowych nie projektuje się zazwyczaj torów głównych dodatkowych dla pociągów osobowych. Wyjątkiem mogą być stacje przedwęzłowe, gdzie przewiduje się jeden tor dodatkowy do przyjmowania pociągów w razie zakłóceń w pracy węzła. Tory główne dodatkowe na małej stacji linii dwutorowej mogą być umieszczone po



2.5
Lokalizacja torów głównych dodatkowych na małej stacji linii dwutorowej

jednej stronie torów zasadniczych (układ liniowy — rys. 2.5*a*) lub po obu stronach torów głównych zasadniczych (układ kierunkowy — rys. 2.5*b*). Układ liniowy jest korzystny dla przyjmowania pociągów zbiorowych z obu kierunków i wykonywania manewrów, jednakże w przypadku przyjmowania przez stację pociągów towarowych tranzytowych z kierunku *A*, występuje kolizja przebiegów w torze głównym zasadniczym w punktach *1* i *2* (rys. 2.5*a*). Układ kierunkowy umożliwia przyjmowanie pociągów towarowych bez przecinania torów głównych zasadniczych, jednak manewry pociągów zbiorowych z kierunku *B* wymagałyby przecinania obu torów głównych zasadniczych. Z tego względu przy układzie kierunkowym z reguły konieczne jest zastosowanie dodatkowego toru dla pociągów zbiorowych pokazanego na rysunku 2.5*b* linią przerywaną. Ponadto przy układzie liniowym łatwiejszy jest dostęp do peronów



2.6. Typowy układ małej stacji na Centralnej Magistrali Kolejowej

podczas gdy w układzie kierunkowym tor dodatkowy dla pociągów towarowych utrudnia dostęp do peronów. Dla obiegu lokomotywy pociągu zbiorowego projektuje się bądź osobny tor obiegowy, bądź objazd ten może odbywać się po jednym z wolnych torów. Typowy układ małej stacji na Centralnej Magistrali Kolejowej przedstawia rysunek 2.6. Plan urządzeń i torów małej stacji przedstawia rysunek 2.7 (wkładka).

3

Urządzenia sterowania ruchem na stacjach

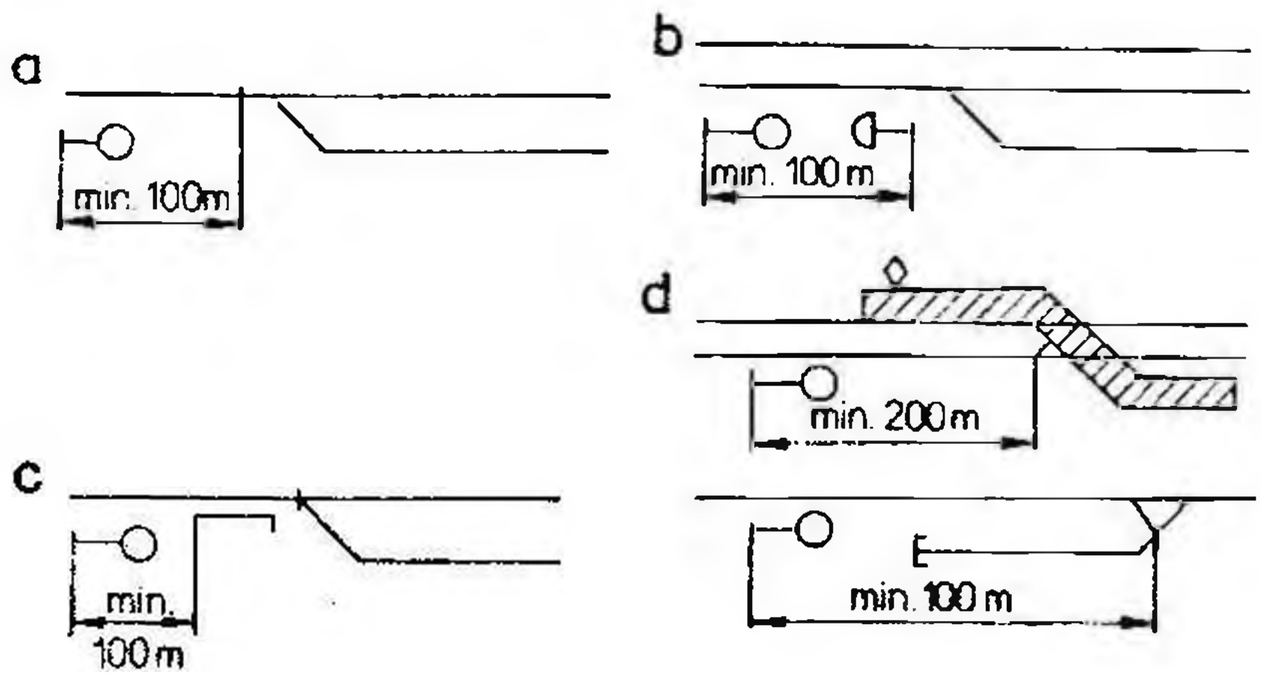
3.1. Sygnalizacja na posterunku ruchu

Na posterunku ruchu należy racjonalnie rozmieszczać stałe urządzenia sygnalizacyjne, tj.: semafory, tarcze ostrzegawcze, tarcze manewrowe oraz wskaźniki. Osygnalizowanie posterunku ruchu wynika z jego technologii pracy, a w szczególności z przeznaczenia torów oraz rejonów pracy manewrowej. Ponieważ na posterunku ruchu występują przeważnie dwa rodzaje ruchów: pociągowy i jazdy manewrowe, sygnalizacja musi więc uwzględniać obydwa rodzaje ruchów.

Liczba semaforów na posterunku ruchu powinna być ograniczona do dopuszczalnego minimum a ich rozmieszczenie określa ruch pociągu w sposób jednoznaczny. Semafory — w zależności od ich przeznaczenia — dzieli się na: wjazdowe, wyjazdowe i drogowskazowe [35].

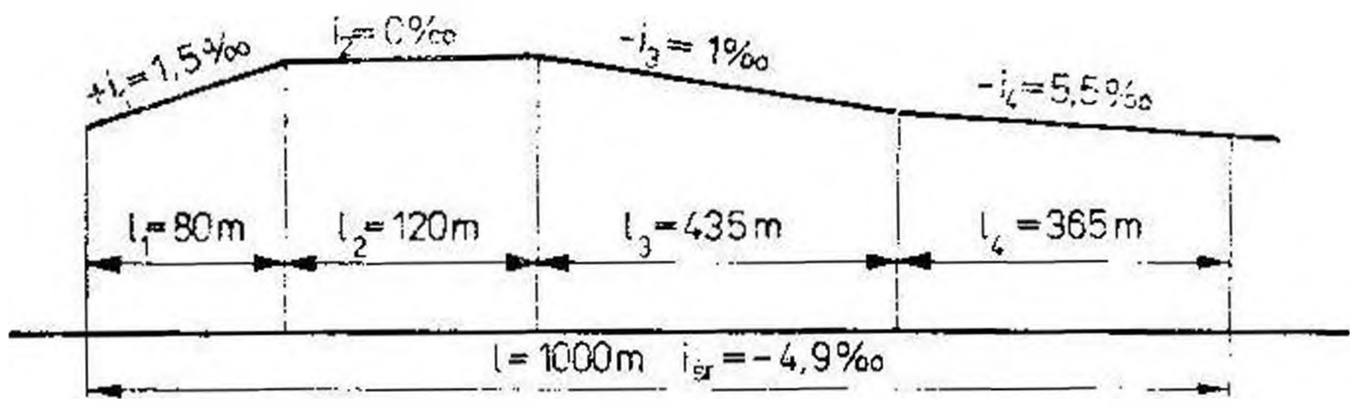
Semafory wjazdowe ustawia się przed pierwszą zwrotnicą posterunku ruchu, patrząc od strony szlaku. Miejsce ustawienia semafora wjazdowego musi spełniać następujące warunki:

— odległość semafora wjazdowego od punktu niebezpiecznego na posterunku ruchu musi mieć odpowiednią wartość, określoną przepisami,
— odległość do następnego semafora powinna być równa lub większa niż długość drogi hamowania na szlaku, z którego wjazd sygnalizuje semafor wjazdowy,
— semafor wjazdowy musi być widoczny z odległości ustalonej w przepisach,
— semafor wjazdowy powinien znajdować się z prawej strony toru, do którego odnosi



3.1
Odległość semafora, wjazdowego od miejsca niebezpiecznego [35]
a — początku rozjazdu, *b* — wskaźnika W 5, *c* — peronu, *d* — ukresu

się, lub nad jego osią, wyjątkowo może znajdować się z lewej strony toru patrząc w kierunku, dla którego podaje sygnały, w ten sposób ustawia się na przykład semafory wjazdowe przy torze niewłaściwym na pośrednich stacjach linii dwutorowych. Semafor wjazdowy na stacji ustawia się w odległości 100 m, 200 m lub zwiększonej o 50%, tj. 150 m lub 300 m od punktu niebezpiecznego. Punktami niebezpiecznymi na stacji są: początek lub ukres rozjazdu, wskaźnik W 5, a nawet początek peronu, jeżeli peron znajduje się między semaforem a pierwszą zwrotnicą. Na rysunku 3.1, zestawiono wymienione niebezpieczne punkty oraz wymagane odległości ustawienia od nich semafora wyjazdowego. Takie wymiary obowiązują, gdy średni spadek na długości 1000 m przed miejscem ustawienia semafora jest mniejszy lub równy $5^0/_{00}$ oraz gdy przed semaforem jest poziom albo wzniesienie. Jeżeli średni spadek na długości 1000 m w kierunku tego semafora wjazdowego przekracza $5^0/_{00}$, to odległości podane na rysunku 3.1 ulegają zwiększeniu o 50% i wynoszą odpowiednio 150 i 300 m. Na rysunku 3.2 przedstawiono przykładowo pochylenie na długości 1000 m przed miejscem ustawienia semafora wjazdowego i średnie pochylenie $i_{śr}$, obliczone jako średnia geometryczna (ważona).



3.2
Przykład pochylenia toru przed semaforem wjazdowym

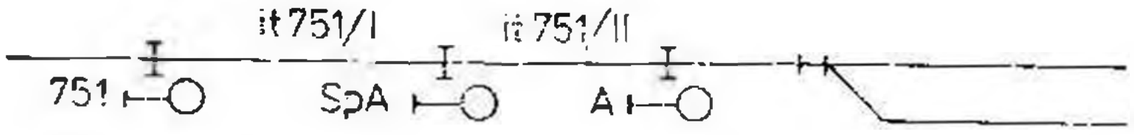
Jeżeli ze schematycznego rysunku układu torów i rozjazdów wynika w sposób oczywisty, że średni spadek przed semaforem wjazdowym jest mniejszy niż $5^0/_{00}$, to na rysunku zaznacza się tylko pochylniki. Jeśli nie jest to spełnione, to schematyczny rysunek układu torów i rozjazdów uzupełnia się rysunkiem podobnym do rysunku 3.2 i obliczeniem średniego pochylenia.

Semafor wjazdowy powinien być tak umieszczony, aby odległość do następnego semafora równa była drodze hamowania, jeżeli tego nie można osiągnąć, to należy stosować wskaźniki W 19 i W 20, odpowiednio na semaforze i tarczy ostrzegawczej. Semafor wjazdowy powinien być widoczny — zależnie od rodzaju — z określonej, przepisowej odległości (tabl. 3–1). Gdy nie można uzyskać widoczności semafora wjazdowego

Odległości, z jakich musi być widoczny semafor wjazdowy Tablica 3–1

Prędkość pociągów lub kategoria linii	$v > 100$ [km/h]	Pierwszorzędna	Drugorzędna	Znaczenia miejscowego
Widoczność semafora [m]	500	400	300	100

z przepisowej odległości, wówczas stosuje się sygnalizatory powtarzające. Na szlakach wyposażonych w samoczynną blokadę liniową wskazania na sygnalizatorach powtarzających muszą być uzależnione od stanu obwodów torowych (rys. 3.3). W tym celu



3.3
Sygnalizator powtarzający na szlaku z samoczynną blokadą liniową [35]

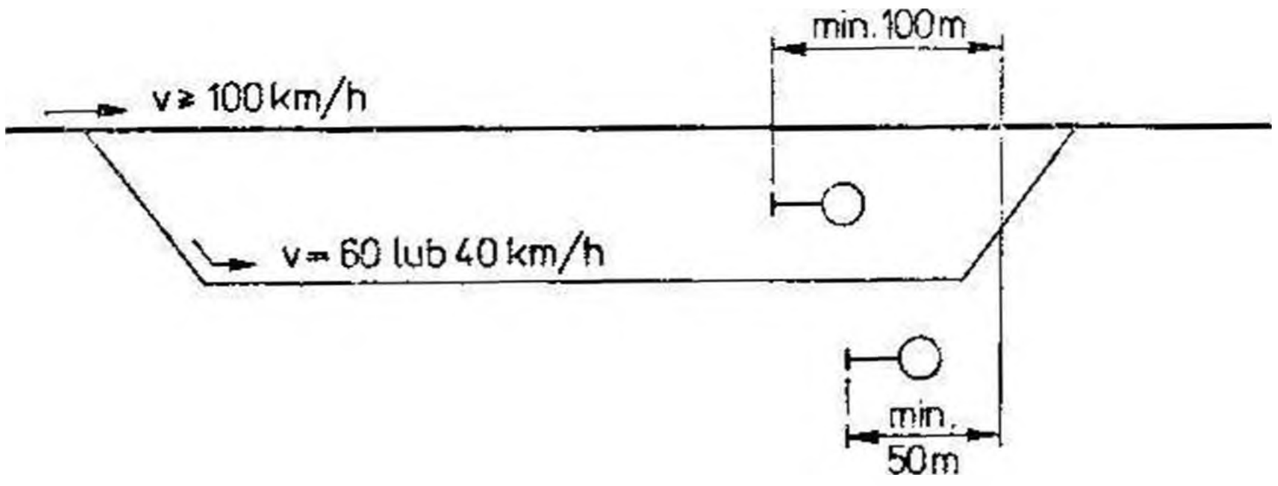
odcinek izolowany, przy którym stoi sygnalizator powtarzający, dzieli się na odcinki (*it* 751/I oraz *it* 751/II) [35].

Semafory wyjazdowe sygnalizują drużynie pociągowej zezwolenie na wyjazd ze stacji. Zazwyczaj ustawia się je przed pierwszą zwrotnicą, patrząc w kierunku wyjazdu. W pewnych, nietypowych przypadkach można ustawiać semafor wyjazdowy za pierwszą zwrotnicą, patrząc w kierunku wyjazdu pociągu. Semafor wyjazdowy — w niektórych przypadkach — może być ustawiony w miejscu, gdzie łączą się dwa i więcej torów, jest to wówczas semafor wyjazdowy — tzw. grupowy. Semafory wyjazdowe, jak wszystkie inne — ustawia się na międzytorzu szer. min. 4,5 m. Brak odpowiednio szerokiego międzytorza jest niekiedy przyczyną stosowania semaforów wyjazdowych grupowych. Na stacjach, które leżą na magistralach i liniach pierwszorzędnych, nie należy stosować semaforów wyjazdowych grupowych. Semafory wyjazdowe muszą być widoczne z odległości, których wartości podano w tablicy 3–2.

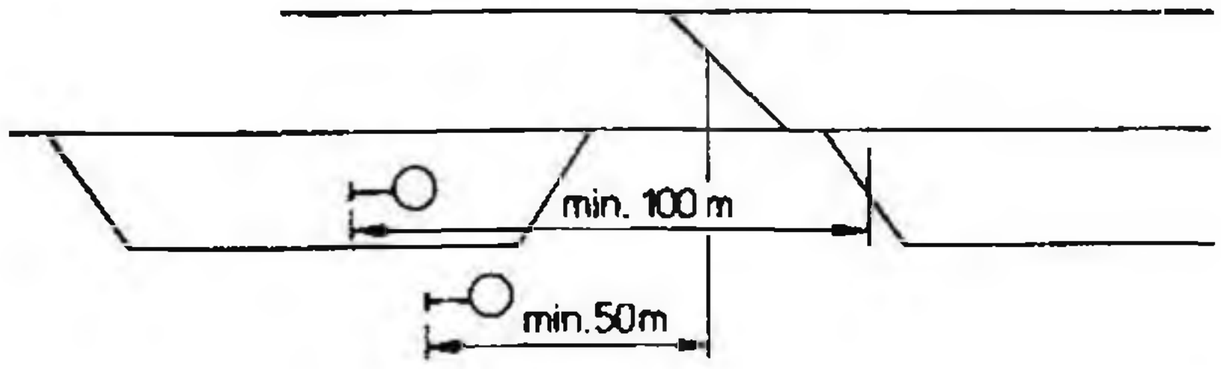
Odległości, z jakich musi być widoczny semafor wyjazdowy Tablica 3–2

Prędkość pociągów lub kategoria linii	$v > 100$ [km/h]	Pierwszorzędna	Drugorzędna	Znaczenia miejscowego
Widoczność semafora [m]	300	200	200	50

Jeżeli semafory wyjazdowe są niewidoczne z przepisowej odległości, to należy stosować sygnalizatory powtarzające, których warunki stosowania są takie same, jak dla semaforów wjazdowych. Za semaforami wyjazdowymi należy stosować drogę ochronną, która wynosi 100 lub 50 m, zależnie od prędkości pociągu wyjeżdżającego na tor, przy którym stoi wymieniony semafor (rys. 3.4) (przy widoczności semafora z odległości min. 300 m i spadku w kierunku semafora nie przekraczającym $2{,}5\,^0/_{00}$). Jeżeli warunki widoczności i spadku nie są spełnione, to drogę ochronną należy zwiększyć o 100%, tj. do 200 i 100 m. Ponieważ na sieci PKP rozróżnia się następujące stopnie prędkości: 0, 40, 60, 100, max, drogi ochronne podano więc dla $v = 40$ lub 60 km/h oraz $v = 100$ lub v_{max}. Drogi ochronne można uzyskać przez odsunięcie na wymaganą odległość semafora wyjazdowego (rys. 3.4). Są to drogi ochronne, w których nie ma



3.4
Drogi ochronne bez zwrotnic



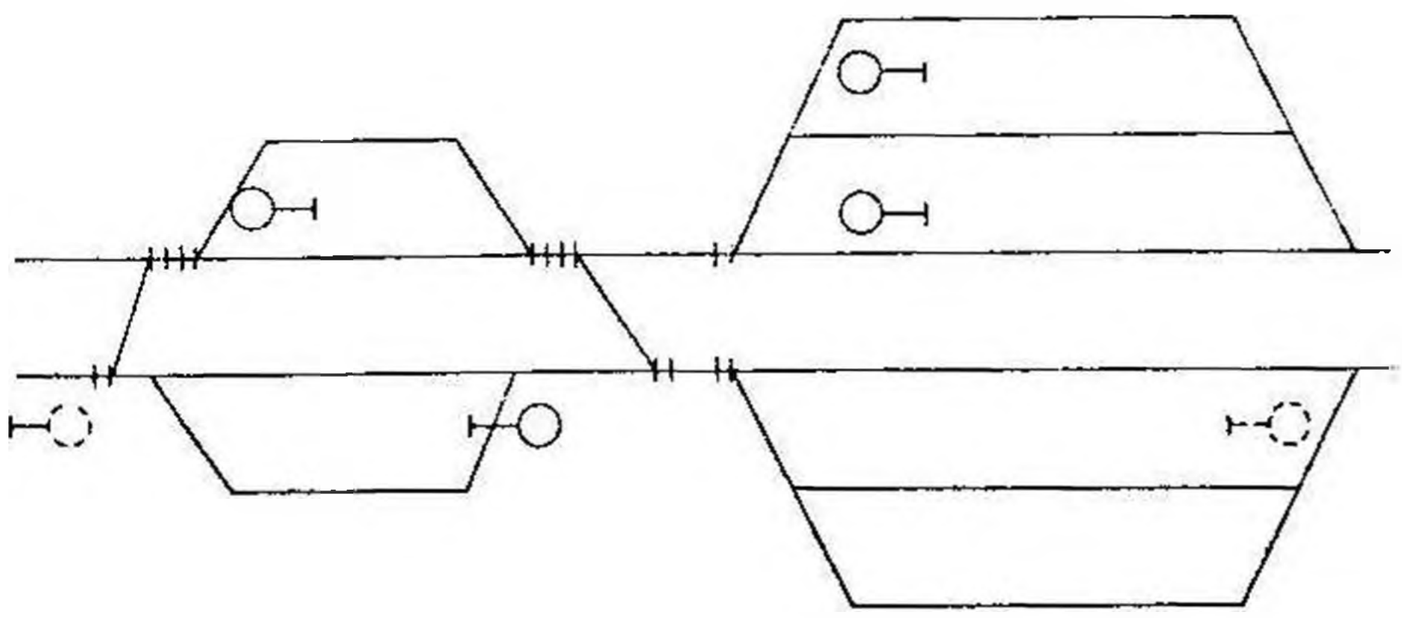
3.5
Drogi ochronne ze zwrotnicami

zwrotnic. Jeżeli długość toru uniemożliwia odsunięcie semafora od najbliższej zwrotnicy, to drogę ochronną stanowi odcinek toru i zwrotnice (rys. 3.5).

Granicę drogi ochronnej można określić w sposób trwały, np. przez umieszczenie w tym miejscu złącza izolowanego (gdy tory stacyjne są izolowane) i oznaczenie go wskaźnikiem w postaci żółtego słupka.

Rozróżnienie drogi ochronnej bez zwrotnic i ze zwrotnicami oraz wyznaczenie w drugim przypadku końca drogi ochronnej ma istotne znaczenie przy wykonywaniu zapisu zależności oraz obwodów zależnościowych, a w przypadku urządzeń zblokowanych decyduje o potrzebie stosowania i miejscu umieszczenia bloku drogi ochronnej.

Semafory drogowskazowe ustawia się według takich samych zasad, jak semafory wyjazdowe (rys. 3.6), z zachowaniem drogi hamowania do następnego semafora.



3.6
Rozmieszczenie semaforów drogowskazowych

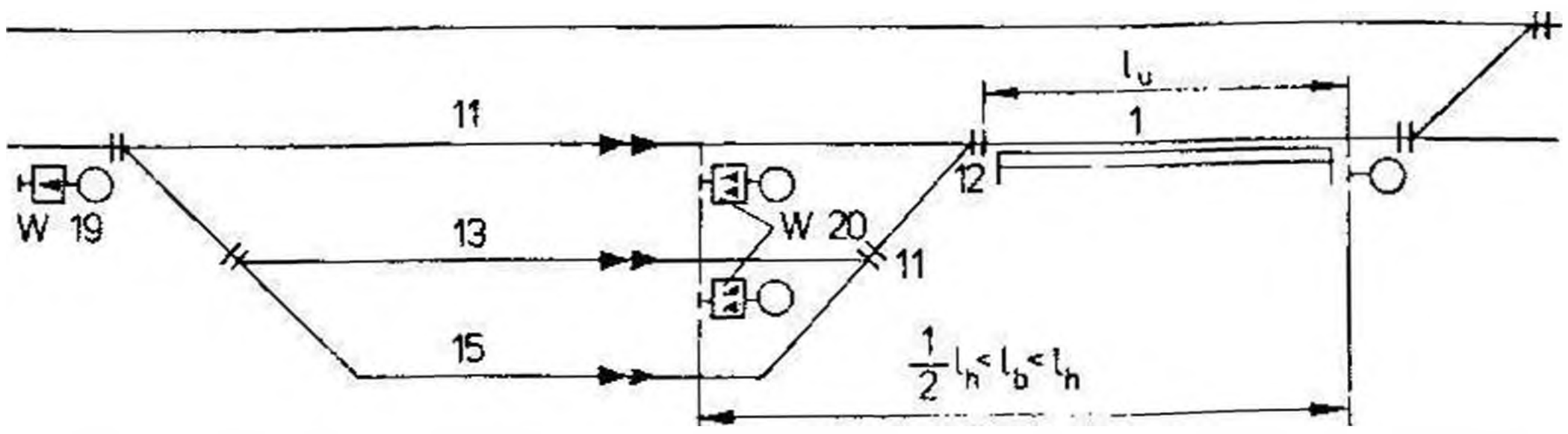
Sygnały zastępcze stosuje się przeważnie na wszystkich semaforach stacyjnych.

Na semaforach stacyjnych ustawionych przy torach, z których można wyjeżdżać na tory szlakowe obowiązują różne drogi hamowania, należy stosować wskaźniki *P* (tory podmiejskie) i *D* (tory dalekobieżne).

Minimalna odległość między kolejnymi semaforami, powinna być większa lub równa długości drogi hamowania, która dla linii magistralnych i pierwszorzędnych na sieci PKP wynosi 1000 m. W uzasadnionych przypadkach przewiduje się zwiększenie długości drogi hamowania. Maksymalna odległość między dwoma kolejnymi semaforami lub semaforem i jego tarczą ostrzegawczą wynosi 1500 m, a w wyjątkowych przypadkach na sieci PKP może dochodzić do 1800 m.

Jeżeli odległość między dwoma kolejnymi semaforami l_b, jest mniejsza niż długość drogi hamowania l_h, to należy przyjąć jedno z następujących rozwiązań:

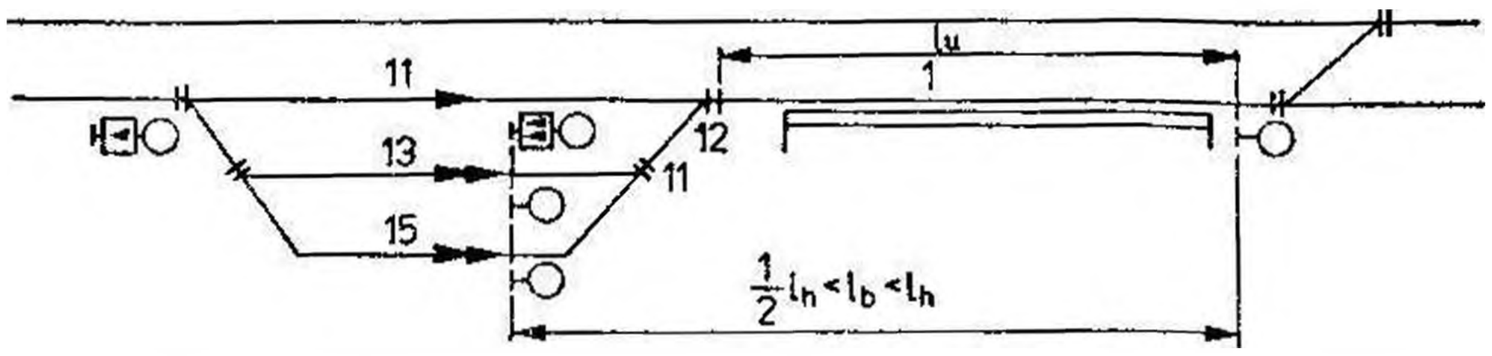
— stosować wskaźniki W 19 i W 20,
— sygnalizować na semaforze, za którym nie ma drogi hamowania, prędkość 40 km/h, gdy następny sygnalizator wskazuje sygnał „Stój",
— stosować kolejność nastawiania między następującymi po sobie semaforami.



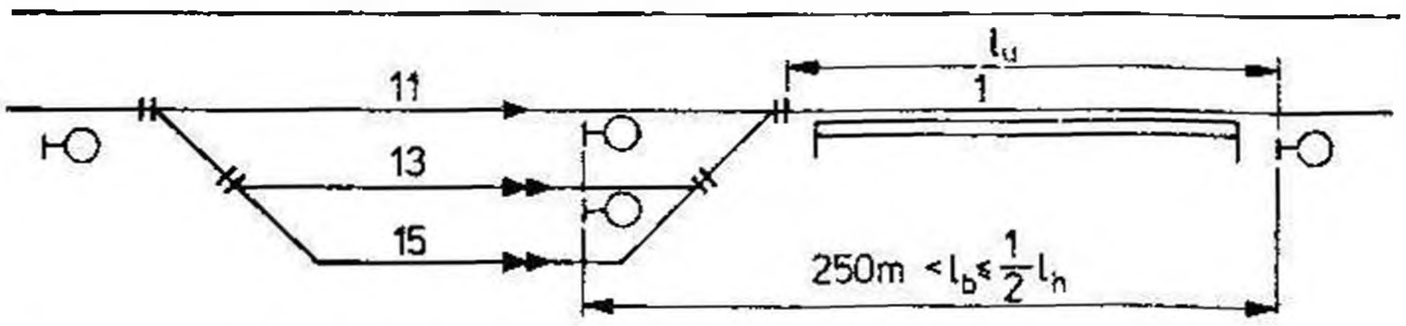
3.7. Osygnalizowanie dodatkowe za pomocą wskaźników W 19 i W 20 jazd po torach *11*, *13* i *1*

Przepisy polskie przewidują stosowanie wskaźników W 19 i W 20 dla odległości między kolejnymi semaforami $\frac{1}{2}l_h < l_b < l_h$ (rys. 3.7).

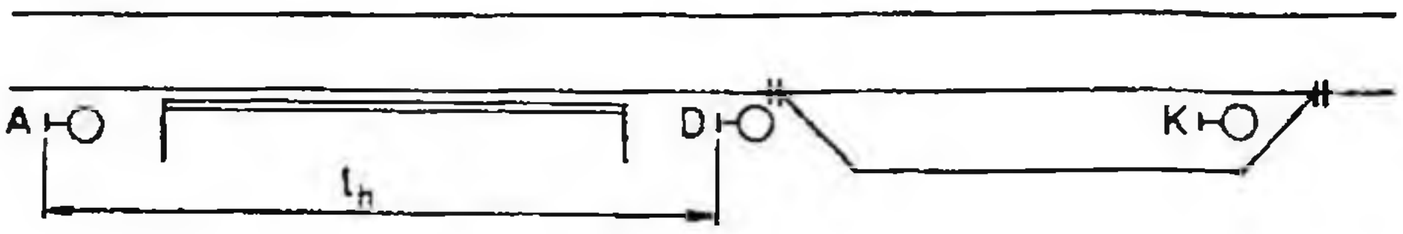
Rozwiązanie przedstawione na rysunku 3.7 jest poprawne, jeśli długość użyteczna l_u toru nr *1* jest większa niż długość kursujących pociągów. Natomiast gdy ten warunek nie jest spełniony, tzn. gdy długość kursujących pociągów jest większa niż długość



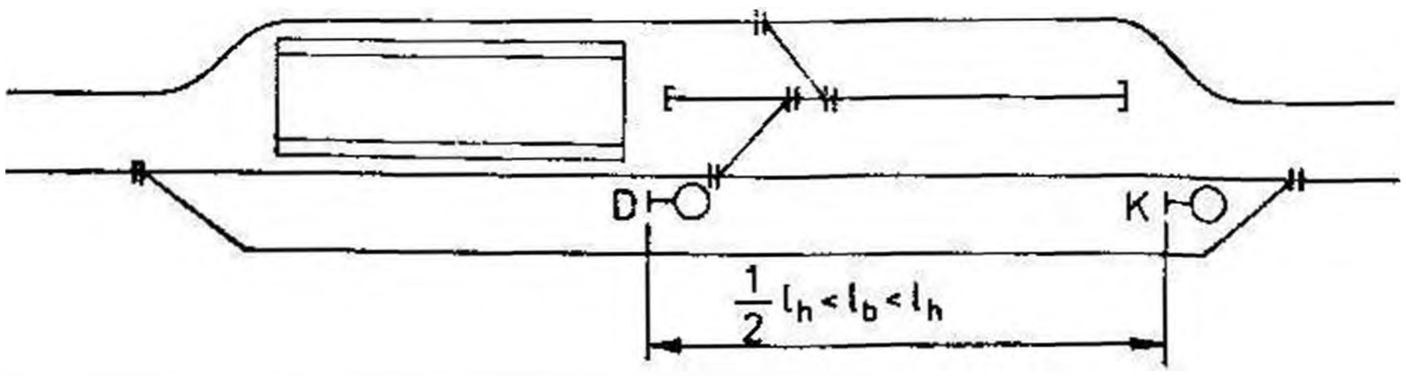
3.8. Osygnalizowanie dodatkowe za pomocą wskaźników W 19 i W 20 jazd po torach *11* i *1*



3.9. Osygnalizowanie stacji, gdy $l_b \leqslant l_h/2$



3.10. Ustawienie semafora wjazdowego przed peronem



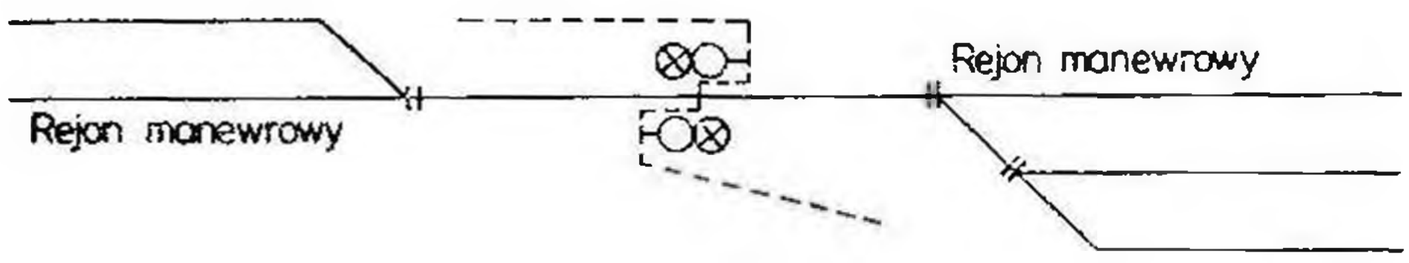
3.11. Osygnalizowanie stacji, gdy $l_h/2 < l_b < l_h$

użyteczna toru, wówczas korzystniejsze są rozwiązania przedstawione na rysunkach 3.8 i 3.9 oraz 3.11, zaś w przypadku ustawienia semafora przed peronem rozwiązanie z rysunku 3.10.

Niezależnie od zastosowania podanych rozwiązań odległość między kolejnymi sygnalizatorami dla pociągów nie może być mniejsza niż 250 m. Jeżeli nie można tego uzyskać, to należy przebudować układ torowy.

Na torach małych stacji (niektórych średnich) manewry są wykonywane przez lokomotywy pociągów zbiorowych. Na większości średnich stacji oraz na dużych stacjach manewry są wykonywane przez lokomotywy manewrowe, przy czym na dużych stacjach pracuje na ogół więcej niż jedna lokomotywa manewrowa. Jeżeli na stacji pracuje kilka lokomotyw manewrowych, to każda z nich — ze względu na bezpieczeństwo i organizację ruchu — ma wyznaczony teren pracy, zwany rejonem manewrowym. Jeżeli rejon manewrowy stanowią tory główne, to w tym rejonie oprócz jazd manewrowych odbywają się również jazdy pociągowe.

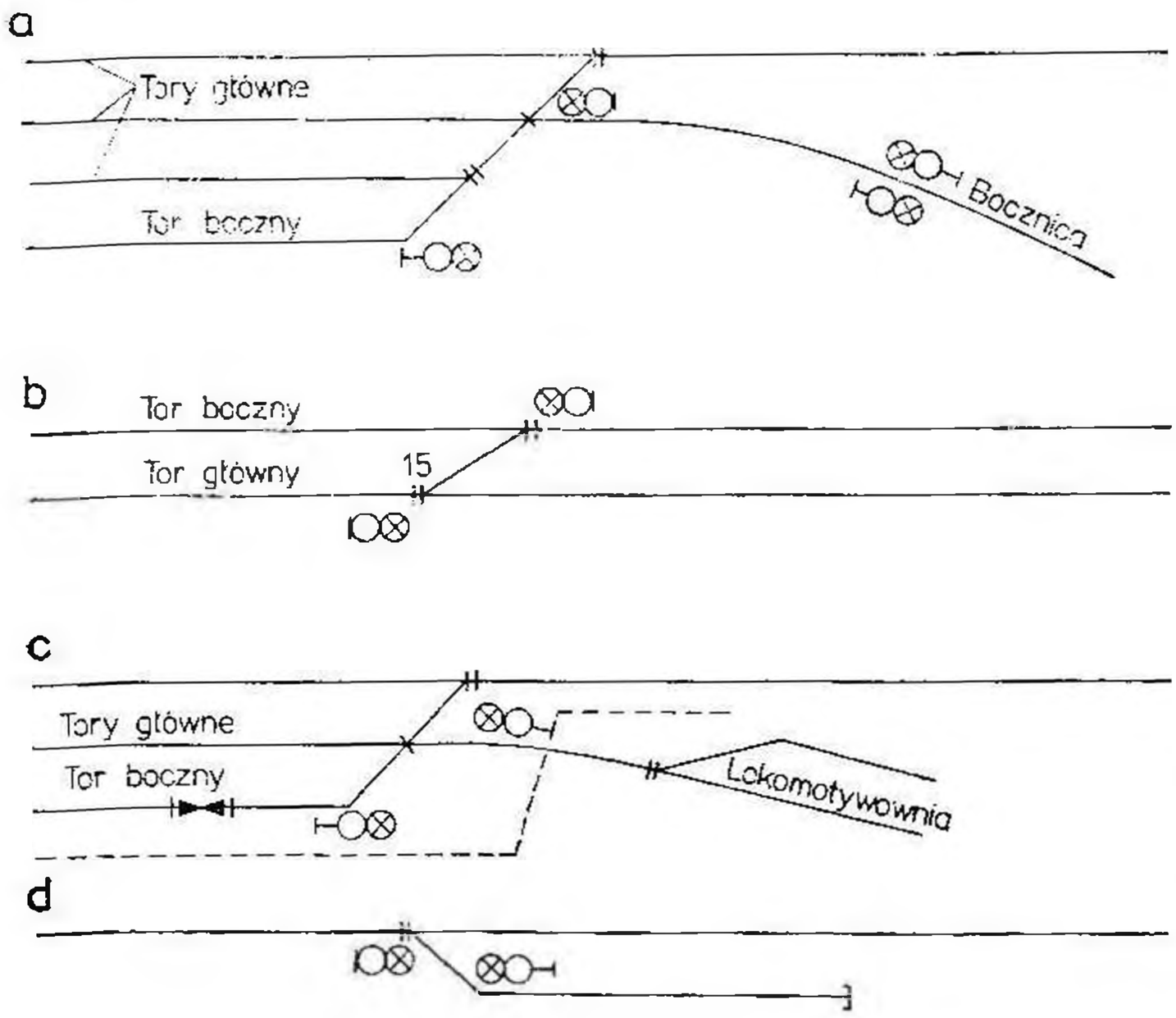
Do sygnalizowania jazd manewrowych na stacji stosuje się specjalne wskazania na semaforach świetlnych i tarczach manewrowych. Sygnalizacja do jazd manewrowych spełnia dwa zadania: zwiększa bezpieczeństwo oraz usprawnia ruch. Zwiększenie bezpieczeństwa osiąga się przez rozgraniczenia ruchów sygnalizatorami, które mogłyby być kolizyjne, a usprawnienie ruchu osiąga się przez kierowanie manewrami za pomocą odpowiednich sygnałów wyświetlanych na sygnalizatorach, zamiast sygnałów podawanych ręcznie. Liczba sygnalizatorów przeznaczonych dla manewrów powinna być ograniczona do dopuszczalnego minimum, a ich rozmieszczenie ma określać w sposób jednoznaczny jazdy składów manewrowych. Na podstawie wymienionych ustaleń można podać następujące wytyczne do stosowania sygnalizacji manewrów. W rejonie manewrowym, w którym pracuje tylko lokomotywa manewrowa, nie stosuje się żadnej sygnalizacji, a ruch odbywa się na podstawie poleceń ustawiacza. Granice między rejonami manewrowymi oznacza się sygnalizatorami (rys. 3.12). Wjazd lokomotywy



3.12
Osygnalizowanie granic okręgów manewrowych

do innego rejonu manewrowego powinien odbywać się na podstawie sygnałów na sygnalizatorach. W rejonie manewrowym — obejmującym tory główne — w którym oprócz lokomotywy manewrowej jeżdżą jeszcze lokomotywy pociągowe, należy stosować tyle sygnalizatorów, ile zapewnia bezpieczny oraz sprawny ruch pociągów i składów manewrowych.

Wjazdy z rejonów manewrowych, obejmujących tory boczne, na tory główne, sygnalizuje się za pomocą tarcz manewrowych w sposób przedstawiony na rysunku 3.13. Dla układu torów z rysunku 3.13*a* osygnalizowanie jazd na bocznice i tory boczne nie przedstawia trudności. Natomiast dla sytuacji torowej z rysunku 3.13*b*, osygnalizowanie jest kłopotliwe, ponieważ przy przejściu zwrotnicowym nie ma miejsca na ustawienie sygnalizatorów, nawet niskich. W tym przypadku można zastosować rozwiązanie



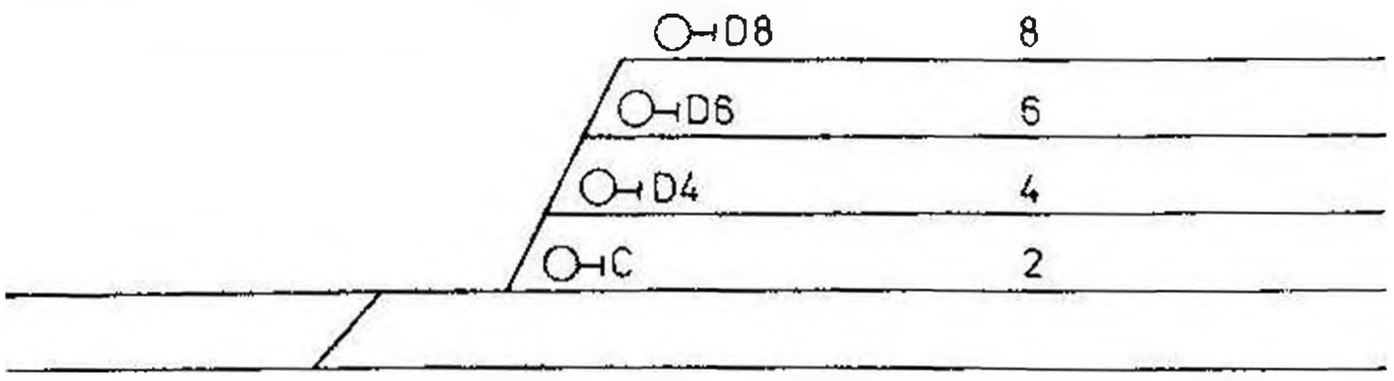
3.13
Osygnalizowanie dla jazd manewrowych, z torów bocznych na tory główne i odwrotnie [35]

następujące: zwrotnica *15* i ustawiona przed nią tarcza manewrowa są obsługiwane z nastawni, a jazdy w rejonie manewrowym odbywają się po zwrotnicy *15* wg sygnałów na tarczy manewrowej. Aby za każdym razem nie włączać światła białego na tarczy manewrowej, wyświetla się na niej sygnał zezwalający na cały okres pracy manewrowej. Gdy ma odbyć się wjazd na boczne tory lub odwrotnie, wówczas należy najpierw zmienić sygnał zezwalający na zabraniający, nastawić zwrotnicę w odpowiednie położenie i podać na tarczy manewrowej sygnał zezwalający. Sygnalizacja jazd, np. do i z lokomotywowni (rys. 3.13*c*) lub z żeberka postojowego dla lokomotywy (rys. 3.13*d*) opiera się na tych samych zasadach, z tym, że zamiast tarcz manewrowych można również stosować semafory manewrowe.

Stacje, na których praca manewrowa jest wykonywana przez lokomotywę pociągu zbiorowego, osygnalizowuje się następująco: na torach bocznych nie stosuje się żadnej sygnalizacji, wjazdy z torów bocznych na główne są sygnalizowane, a na torach głównych stosuje się sygnalizację dla manewrów. Stacje, na których pracę manewrową wykonują lokomotywy manewrowe, osygnalizowuje się według następujących zasad:

— w rejonach manewrowych, obejmujących tory boczne, nie stosuje się sygnalizacji,
— granice między rejonami manewrowymi na torach bocznych wyznacza się za pomocą sygnalizatorów,
— w rejonach manewrowych obejmujących tory główne stosuje się tyle sygnalizatorów, ile zapewni bezpieczny oraz sprawny ruch pociągów i składów manewrowych.

Przy osygnalizowaniu stacji dla manewrów należy uwzględnić fakt, że koszty związane z sygnalizacją są mniejsze, gdy można wykorzystać komorę światła białego na semaforze, przeznaczoną również dla sygnałów zastępczych.



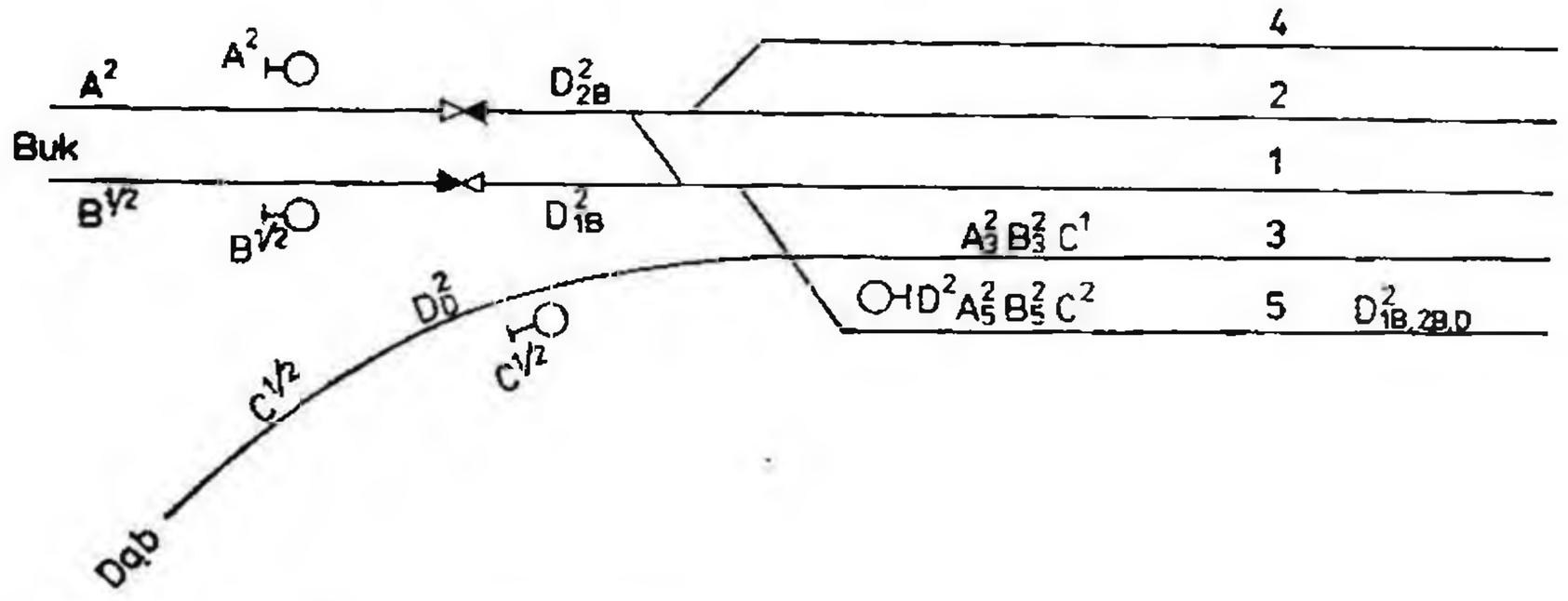
3.14
Oznaczenia semaforów

Semafory i tarcze ostrzegawcze są oznaczone kolejnymi literami alfabetu (rys. 3.14). Zasada oznaczania semaforów jest następująca: patrząc na semafory od strony ich świateł, oznacza się je kolejno literami od lewego do prawego semafora. Między semaforami stojącymi z jednej strony głowicy zwrotnicowej i z drugiej strony, jak i między semaforami stojącymi w różnych głowicach zwrotnicowych, należy pozostawić rezerwowe nazwy. Jeżeli na stacji liczba semaforów jest większa od liczby liter w alfabecie, to stosuje się alfanumeryczne oznaczenie semaforów. Z jednej strony głowicy, szczególnie przy torach głównych dodatkowych, oznacza się semafory jak na rysunku 3.14. Oznaczenie semafora składa się z litery np. D oraz numeru toru, przy którym stoi ten semafor. Przy torach głównych zasadniczych celowe jest stosowanie tylko literowego oznaczenia semafora. Na bardzo dużych stacjach, przy wyjątkowo dużej liczbie semaforów mogą wystąpić dodatkowe trudności w oznaczeniu semaforów.

Tarcza ostrzegawcza semafora otrzymuje takie oznaczenie, jakie ma semafor, do którego się odnosi oraz skrót To przed tą nazwą, np. To A, To C. Semafor, zależnie od sygnalizowanej prędkości, otrzymuje dodatkowo oznaczenie w wykładniku litery, np.: A^{1}, A^{2}, A^{3}, A^{4}, $A^{1/2/4}$. Znaczenie liczb w wykładniku jest następujące: 1 — oznacza, że semafor sygnalizuje prędkość maksymalną, 2 — 40 km/h, 3 — 100 km/h, 4 — 60 km/h, 1/2 — prędkość maksymalna i 40 km/h, itd. Sygnał zastępczy jest oznaczany w wykładniku literami Sz, a wskazanie manewrowe — literą m. Oznaczenie semafora sygnalizującego wszystkie możliwości jest następujące: $A^{1/2/3/4/m/Sz}$. Takie oznaczenie skłania projektujących do stosowania uproszczeń, polegających na pomijaniu wykładnika litery.

W praktyce są stosowane uproszczone oznaczenia, np.: $A^{1/2}$, A^{1}, A^{2}. Znaczenie liczb w wykładniku jest wtedy następujące: 1 — oznacza, że semafor sygnalizuje prędkość maksymalną lub 100 km/h albo obie prędkości, 2 — oznacza, że semafor sygnalizuje prędkość 40 km/h lub 60 km/h albo obie prędkości.

Przykłady oznaczeń: $A^{1/2}$ — semafor A sygnalizuje prędkość maksymalną lub 100 km/h albo obie te prędkości oraz prędkość 40 km/h lub 60 km/h albo obie prędkości, $C^{1/2/m}$ — semafor C sygnalizuje prędkości, jak dla semafora A oraz dodatkowo ma wskazanie manewrowe, $D^{2/m}$ — semafor sygnalizuje prędkość 40 km/h lub 60 km/h albo obie prędkości i ma wskazanie manewrowe, $E^{1/m}$ — semafor sygnalizuje prędkość maksymalną lub 100 km/h albo obie prędkości oraz przedstawia sygnał dla manewrów. Zamiast oznaczenia G^{1} — w uproszczeniu zapisuje się tylko G, co oznacza semafor wskazujący prędkość maksymalną lub 100 km/h albo obie te prędkości, H^{m} — semafor ma tylko wskazanie manewrowe. Sygnalizator powtarzający oznacza się przez Sp z dodaniem litery semafora, do którego odnosi się powtarzacz, np. Sp A. Jeżeli występuje więcej niż jeden sygnalizator powtarzający, to w oznaczeniu trzeba dopisać kolejny ich numer cyfrą rzymską, np. ISp A, IISp A.



3.15. Oznaczenia przebiegów pociągowych

Na planie schematycznym oznacza się przebiegi pociągowe wjazdowe i wyjazdowe. Na torze opisuje się przebiegi w sposób pokazany na rysunku 3.15. Oznaczenie przebiegu pociągowego na planie schematycznym składa się z litery oznaczającej semafor, na na który odbywa się jazda, liczby w wykładniku oznaczającej prędkość, z jaką dana jazda może się odbywać oraz indeksu dolnego przy literze. Indeks ten dla przebiegów wjazdowych oznacza tor, na który wjeżdża pociąg, a dla przebiegów wyjazdowych kierunek, w którym odbywa się wyjazd. Jeżeli z daną prędkością odbywa się tylko jeden przebieg, np. A^1 lub C^1, to nie stosuje się indeksów przy literze. Każdy przebieg powinien być opisany dwukrotnie: raz przy semaforze, np. $A^{1/2}$, $D^2_{B,D}$ i wtedy opis musi zawierać wszystkie przebiegi, jakie mogą być zorganizowane na dany semafor, a drugi raz na torze, na którym przebieg się kończy i wówczas opis musi zawierać nazwę semafora, prędkość, z jaką może się odbywać jazda i ewentualnie tor, na którym przebieg się kończy, np. A^1, A^2_3, C^2_5. Wszystkie przebiegi pociągowe muszą być opisane jednoznacznie.

Przebiegi bez zatrzymania mogą być całkowite, tj. zawierające wszystkie przebiegi przy przejeździe przez stację z jednego szlaku na inny lub tzw. częściowe, zawierające tylko przebiegi przy przejeździe ze szlaku przez grupę torów lub odwrotnie. Przy zestawieniu przebiegów bez zatrzymania należy dążyć do zachowania zasady, żeby odbywały się one po torach, po których nie jest wymagane ograniczenie prędkości.

W nowoczesnych urządzeniach srk z izolacją torów można stosować przebiegi bez zatrzymania po wszystkich torach izolowanych. Wykaz przebiegów bez zatrzymania podaje się na planie schematycznym.

3.2. Zwrotnice, odcinki izolowane i urządzenia ochronne

W nowoczesnych urządzeniach srk centralizuje się wszystkie zwrotnice, po których odbywa się ruch pociągowy, czyli zwrotnice leżące w torach głównych oraz te zwrotnice w torach bocznych, które chronią przebiegi pociągowe. Wykolejnice wchodzące w przebieg (manewrowy) w położeniu zdjętym z toru z reguły są scentralizowane, natomiast pozostałe są zamykane lokalnie, a klucz uzależnia się w zamku.

Dla usprawnienia jazd manewrowych centralizuje się nastawienie zwrotnic w uzasadnionych przypadkach, a szczególnie:

— tam, gdzie manewry mają charakter zorganizowany, jak np. przejazdy składów

na grupę postojową, obsługa dużych zespołów bocznic, jazdy między rejonami manewrowymi itp.:

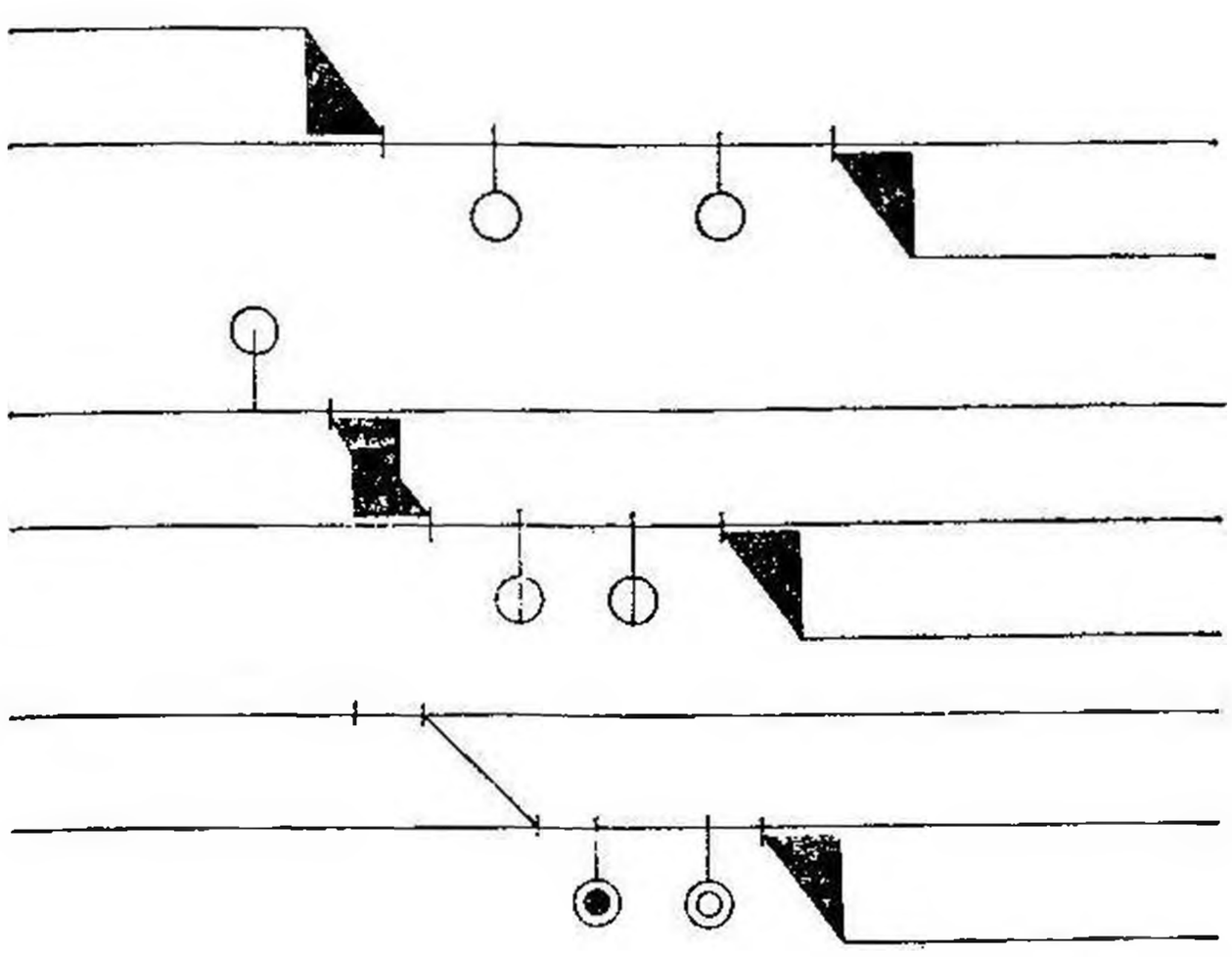
— tam, gdzie istnicje potrzeba stosowania sygnalizacji dla manewrów,

— na górkach rozrządowych, przy dużej liczbie rozrządzanych wagonów.

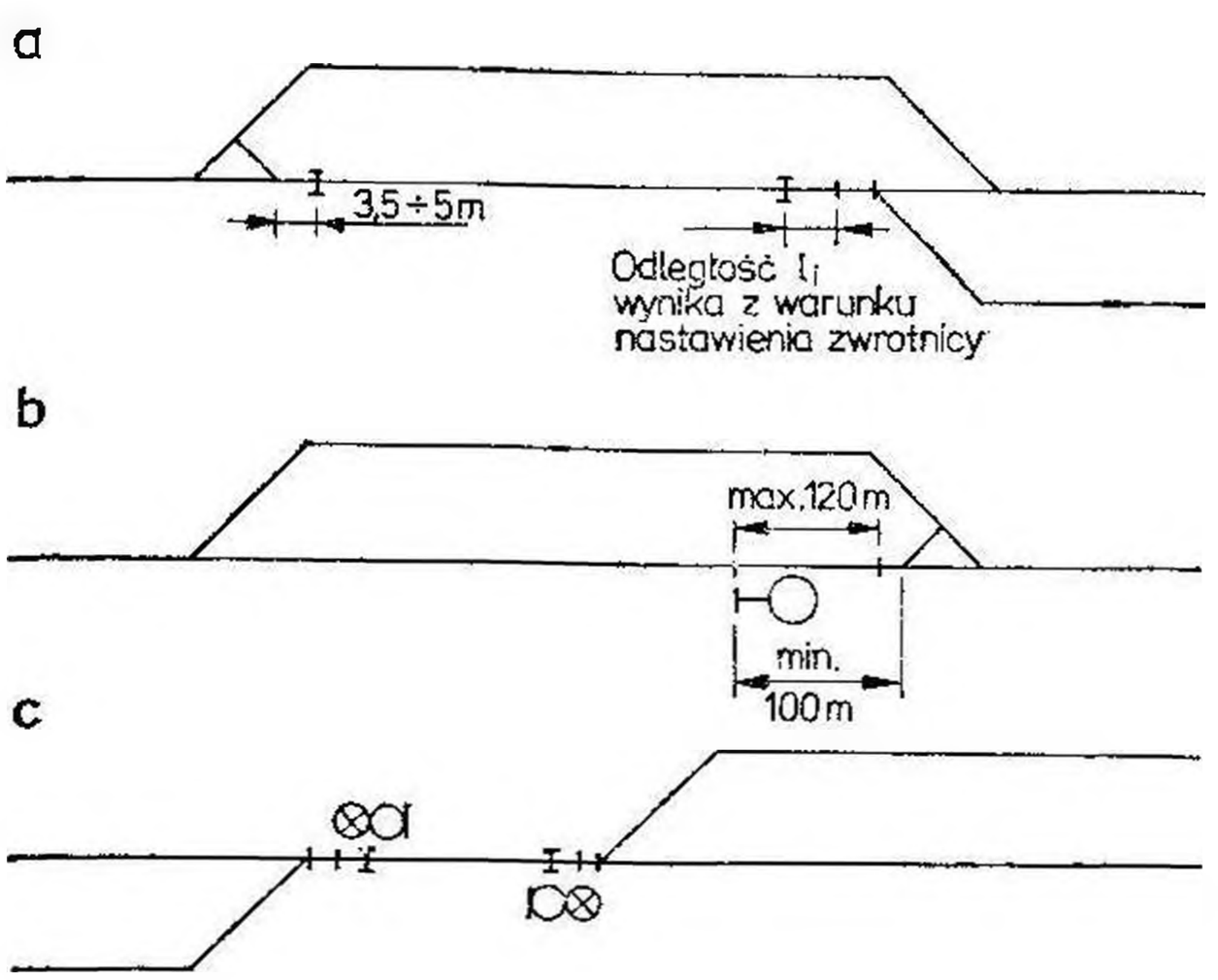
W urządzeniach elektrycznych do nastawiania zwrotnic stosuje się napędy bez kontroli iglic i napędy z kontrolą iglic. Napędy mogą być rozpruwalne lub nierozpruwalne.

Napędy z kontrolą iglic stosuje się do nastawienia zwrotnic, po których jeżdżą pociągi pasażerskie lub po których na ostrze przejeżdżają pociągi towarowe z prędkością $v > 40$ km/h.

Do nastawienia zwrotnic, po których jeżdżą pociągi z prędkością $v > 120$ km/h, stosuje się napędy nierozpruwalne lub uzupełnia się je ryglami. Napęd umieszcza się przy zwrotnicy (rys. 3.16) w sposób zapewniający łatwy dostęp. W położeniu zasadniczym zwrotnicy pręty: nastawczy i kontrolne powinny być wsunięte do napędu.



3.16
Oznaczenia i usytuowanie napędów przy zwrotnicach
(patrz tabl. 3-3)

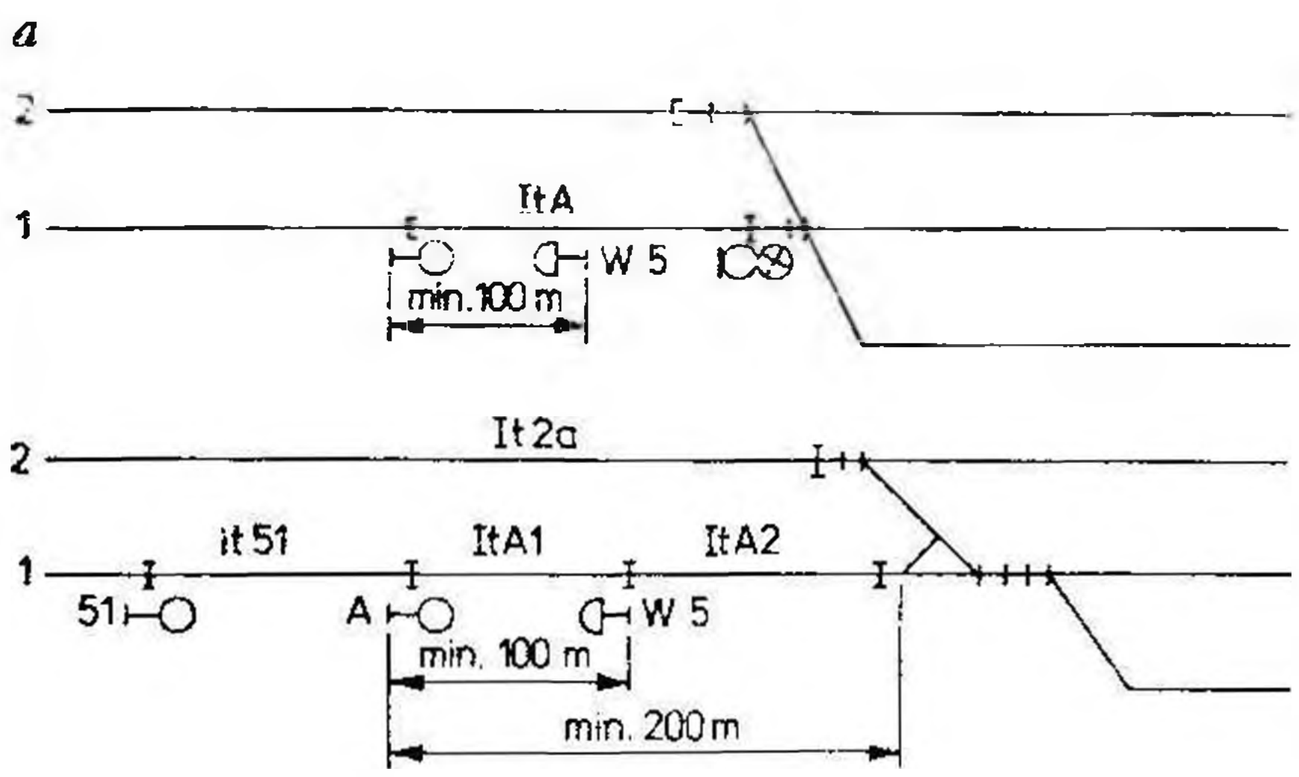


3.17
Izolowane odcinki torowe

Dla zapewnienia prawidłowej pracy urządzeń srk zwrotnice i tory główne muszą być izolowane. Izolacja torów powinna zaczynać się lub kończyć w odległości 3,5–5 m od ukresu zwrotnicy przyległej do toru (rys. 3.17*a*). Jeżeli tor przylega do początku zwrotnicy, to odległość styku izolowanego, wyznaczającego początek lub koniec odcinka izolowanego, powinna wynikać ze wzoru 3.1.

Tor należy tak izolować, aby była zachowana jego długość użyteczna. Początek izolacji powinien znajdować się w odległości 15–30 m za semaforem wjazdowym, aby oddziaływanie pierwszej osi na gaszenie światła zezwalającego na semaforze nie było zbyt wczesne, natomiast za semaforem wyjazdowym drogowskazowym — w odległości nie większej niż 120 m (rys. 3.17*b*).

Jeżeli za semaforem wyjazdowym występuje droga ochronna, to może być ona włączona do izolowanego odcinka toru przed semaforem, przy zachowaniu warunku oddziaływania na gaszenie świateł zezwalających na semaforze z odległości nie większej niż 120 m za tym semaforem. Jeżeli po odcinkach torów między zwrotnicami są prowadzone manewry, co przejawia się odpowiednim osygnalizowaniem stacji tarczami manewrowymi, to między zwrotnicami należy stosować oddzielne odcinki izolowane (rys. 3.17*c*).



3.18
Odcinek izolowany między semaforem wjazdowym a pierwszą zwrotnicą
a — przy półsamoczynnej blokadzie,
b — przy samoczynnej blokadzie

Między semaforem wjazdowym a pierwszą zwrotnicą należy stosować odcinek izolowany w sposób pokazany na rysunku 3.18*a*. Pomimo zajęcia odcinka izolowanego ItA w urządzeniach samoczynnej blokady liniowej musi być możliwa zmiana kierunku ruchu po torze szlakowym *1*. Jeżeli układy połączeń dla zmiany kierunku ruchu po torze szlakowym *1* nie uwzględniają tego, to odcinek ItA przy wskaźniku W 5 należy podzielić na dwa odcinki (rys. 3.18*b*).

W pewnych uzasadnionych przypadkach, wynikających z trudności związanych z wykonywaniem robót torowych, można na pewien okres nie izolować torów stacyjnych, stosując w zamian dwie nastawnie, z jednej obsługuje się urządzenia i sprawdza zajętość torów, a z drugiej sprawdza się wyłącznie zajętość torów. Rozwiązanie takie można stosować tylko tymczasowo.

W jeden odcinek izolowany można łączyć dwa, maksimum trzy rozjazdy pojedyncze, a jeżeli występuje rozjazd krzyżowy, to w jeden odcinek można łączyć rozjazd krzyżowy i rozjazd pojedynczy lub w szczególnych przypadkach — dwa roz-

jazdy krzyżowe. Łączenie rozjazdów w jeden odcinek izolowany, jak i wyznaczenie granic odcinków izolowanych musi być tak wykonane, aby nie następowało z tego powodu wykluczenie przebiegów niesprzecznych.

Odległość złącza izolowanego od początku iglic jest zależna od rodzaju przebiegów, jakie odbywają się po zwrotnicy. Jeżeli po zwrotnicy odbywają się tylko przebiegi pociągowe lub zorganizowane manewrowe, to odległość ta nie ma istotnego znaczenia.

Dla przebiegów manewrowych nie zorganizowanych lub gdy manewry prowadzi się sposobem rzutowym, odległość złącza izolowanego od początku iglic jest określona następującym wzorem:

$$l_i \geqslant v \cdot t \qquad [\mathrm{m}] \tag{3.1}$$

gdzie:

l_i — odległość złącza przediglicowego w rozjeździe od początku iglic [m]

v — prędkość manewru [m/s],

t — czas nastawiania zwrotnicy [s]

Przyjmując czas $t = 2$ s oraz $v = 25$ km/h, która w przeliczeniu wyniesie 6,9 m/s, co odpowiada jeździe z wagonami naprzód po torach nie zajętych lub po rozjazdach w torach bocznych, otrzymuje się $l_i = 14$ m. Taką odległość jest jednak trudno zachować i wówczas należy zakładać izolację w ten sposób, aby jej początek zaczynał się w poprzednim rozjeździe. Jeżeli mimo to występują trudności w uzyskaniu takiej odległości, to należy do obwodu przekaźnika ochronnego rozważanej zwrotnicy wstawić zestyk przekaźnika izolacji Jz wcześniejszej zwrotnicy. W przypadku przebiegów manewrowych nie zorganizowanych lub manewrów prowadzonych sposobem rzutowym należy unikać sprzęgania zwrotnic, po których te manewry się odbywają.

Na górce rozrządowej przy maksymalnej prędkości spychania wagonów $v = 5$ km/h i $t = 0{,}8$ s, odległość złącza od iglicy wynosi $l_i = 1{,}2$ m. Dla zwrotnic leżących na końcu górki (tuż przy torach kierunkowych) prędkość zjeżdżających wagonów może być większa i dla właściwego określenia odległości l_i należy to sprawdzić.

Odcinki izolowane stosowane na liniach zelektryfikowanych muszą umożliwiać przepływ powrotnego prądu trakcyjnego szynami. W tym celu stosuje się powrotną sieć trakcyjną, umożliwiającą przepływ powrotnego prądu trakcyjnego jednym tokiem w torze lub obydwoma tokami.

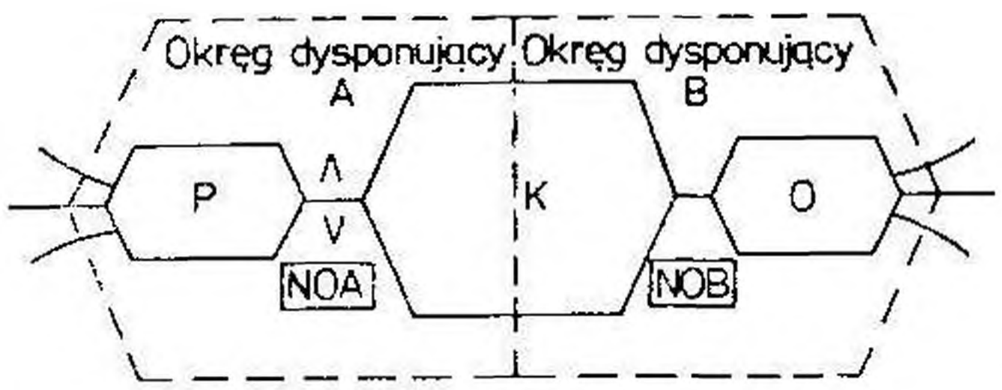
Przepływ prądu dwoma tokami przyjęto stosować na szlaku oraz w torach głównych zasadniczych na stacjach. Natomiast w torach głównych dodatkowych, gdy przez równoległe łączenie toków różnych torów zapewnia się przepływ prądu czterema i więcej tokami oraz w obwodach rozgałęzionych (rozjazdy), stosuje się zazwyczaj izolację jednotokową. Izolacja dwutokowa stanowi mniejszy opór dla powrotnego prądu trakcyjnego, ale jest droższa, ponieważ wymaga stosowania dławików torowych na początku i końcu obwodu torowego.

Na planie schematycznym należy uwzględnić i pokazać urządzenia ochrony przebiegów pociągowych. Do urządzeń tych należą zwrotnice ochronne, wykolejnice i semafory lub tarcze manewrowe. Dla ochrony przebiegu pociągowego, przed najechaniem taboru lub składu manewrowego z torów bocznych, stosuje się zwrotnice ochronne lub wyko-

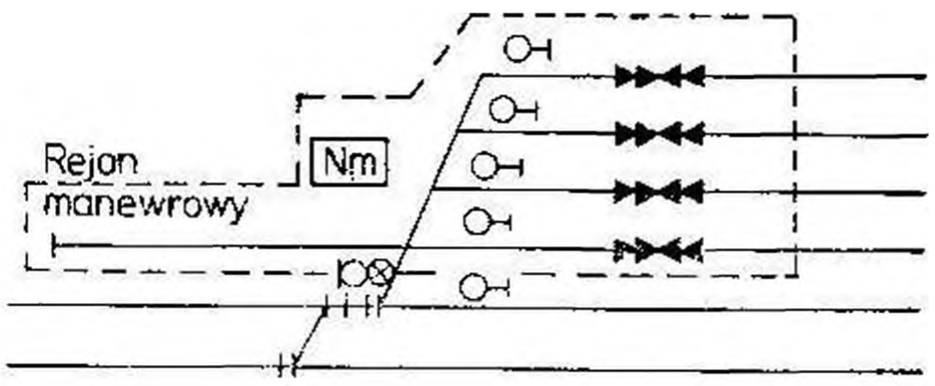
lejnice. Dla ochrony przebiegu pociągowego, przed najechaniem składu manewrowego lub pociągu z innego toru głównego, stosuje się zwrotnice, semafory lub tarcze manewrowe.

3.3. Podział posterunku ruchu na okręgi

Podział posterunku ruchu na okręgi sterowania i manewrowe wynika z technologii pracy, a na okręgi nastawcze — z możliwości urządzeń zrk. Przez **okręg sterowania** rozumie się posterunek ruchu lub jego część, stanowiącą — pod względem technologicznym — samodzielną całość. Ruchem pociągów w okręgu sterowania kieruje dyżurny ruchu dysponujący. Posterunki odgałęźne, małe stacje i średnie zawsze, a duże stacje najczęściej tworzą jeden okręg sterowania. Stacje rozrządowe w podłużnym układzie grup torów ze względów technologicznych dzieli się na dwa okręgi sterowania. Do jednego oznaczonego przez *A* należy grupa przyjazdowa i połowa grupy kierunkowej, a do drugiego oznaczonego przez *B* należy grupa odjazdowa, część grupy kierunkowej i ewentualnie grupa tranzytowa (rys. 3.19) [35]. Granicę okręgu od strony szlaku stanowi miejsce ustawienia semafora wjazdowego.



3.19
Okręgi dysponujące na stacji rozrządowej [35]



3.20
Okręg manewrowy [35]

Przez **okręg manewrowy** rozumie się część stacji (układu torów), na której jest prowadzony w sposób scentralizowany ruch manewrowy, np. górka rozrządowa stacji rozrządowej lub część stacji, na której oprócz ruchu pociągowego występuje koncentracja ruchu manewrowego. Dla usprawnienia pracy w okręgu manewrowym (rys. 3.20) [35], może obsługiwać go nastawniczy lub ustawiacz, który nastawia zwrotnice i sygnały manewrowe z nastawni manewrowej Nm lub zwrotnice za pomocą lokalnych nastawników umieszczonych tuż przy nich.

Okręg nastawczy stanowi fragment stacji, który jest obsługiwany z jednej nastawni. Zasięg okręgu nastawczego zależy od rodzaju stosowanych urządzeń skr. Jeśli stosowane są urządzenia przekaźnikowe, to okręg nastawczy zazwyczaj odpowiada okręgowi sterowania. W przypadkach rozległych okręgów sterowania, które występują na dużych stacjach, należy sprawdzić na podstawie nomogramów (rys. 3.21) [35] czy jeden człowiek (dyżurny ruchu) jest w stanie obsłużyć ruch odbywający się w jego okręgu sterowania.

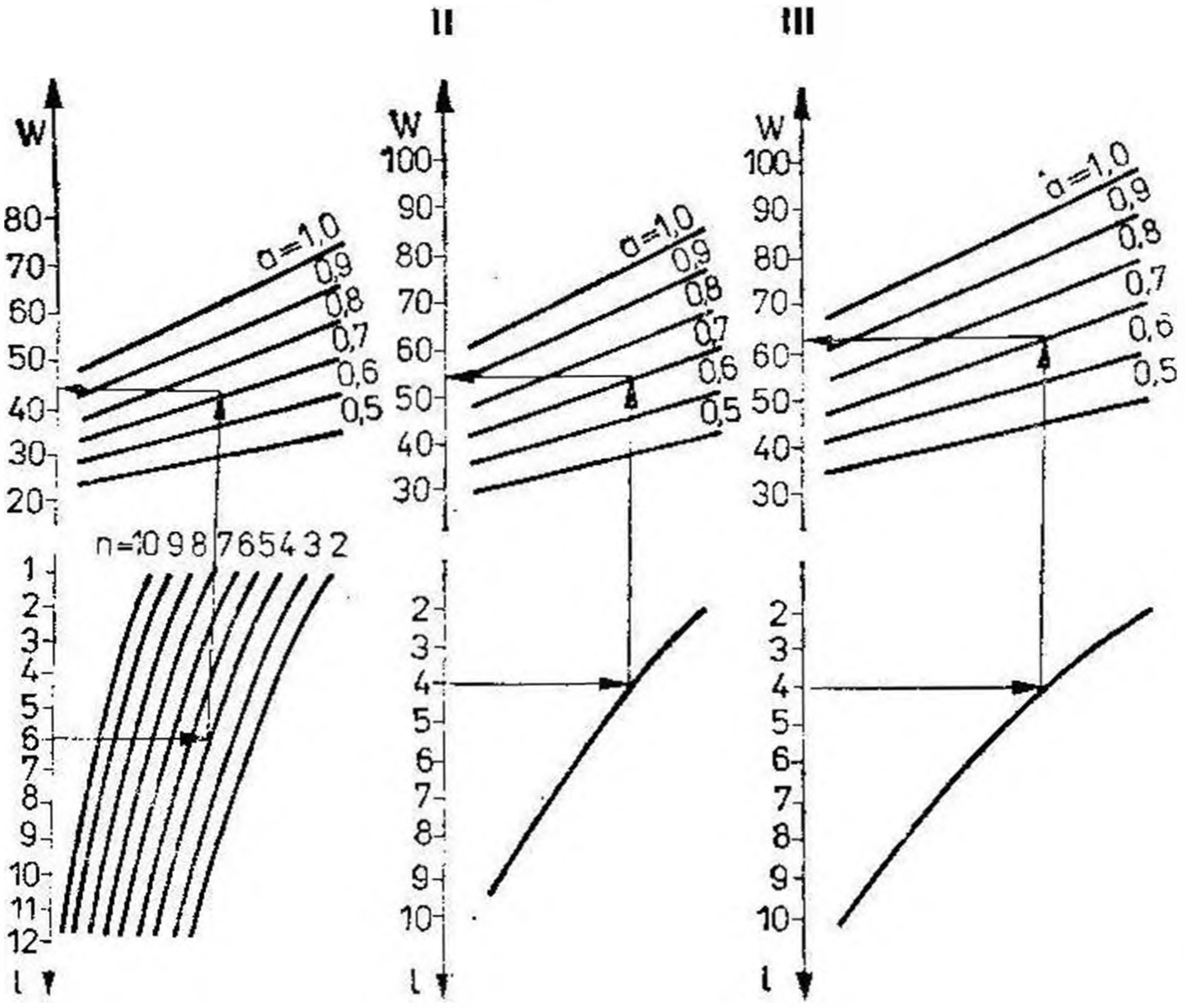
Aby można było korzystać z tych nomogramów należy mieć następujące dane:

a — czas, jaki dyżurny ruchu może przeznaczyć w ciągu godziny na przygotowanie przebiegów; określając ten czas, należy uwzględnić czas potrzebny na wykony-

wanie innych czynności i na odpoczynek, praktycznie — zależnie od warunków lokalnych — przyjmuje się czas w granicach 0,5–0,9/h,

n — liczba nastawianych zwrotnic w przeciętnym przebiegu, dotyczy tylko indywidualnego nastawiania zwrotnic,

l — liczba torów liniowych, zbiegających się w rozważanym okręgu.



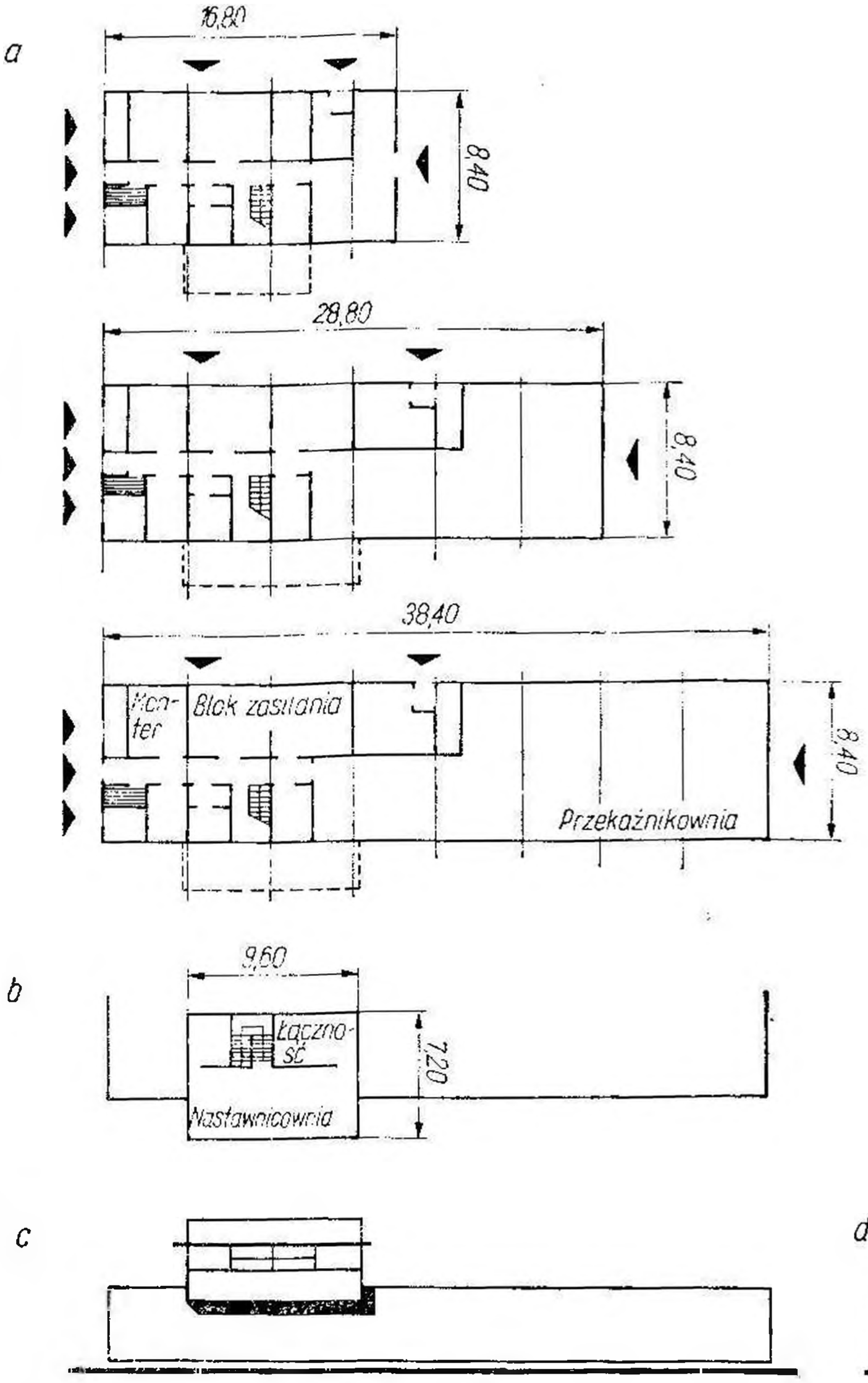
3.21
Nomogramy wydajności W pracownika dla urządzeń zrk [35]
I — jedna nastawnia uczestniczy w procesie nastawiania przebiegu, indywidualne nastawianie zwrotnic, półsamoczynna blokada liniowa; II — jedna nastawnia, grupowe nastawianie zwrotnic, półsamoczynna blokada liniowa, III — jedna nastawnia, grupowe nastawianie zwrotnic, samoczynna blokada liniowa

Jeżeli okaże się, że jeden człowiek nie jest w stanie obsłużyć przewidywanego ruchu, to urządzenie powinny obsługiwać dwie osoby, dyżurny ruchu i nastawniczy, a jeśli to również nie rozwiąże sprawy, należy rozważyć potrzebę podziału stacji na dwa okręgi sterowania. Na planie schematycznym granice okręgów wyznacza się linią przerywaną. Przykładowy plan schematyczny urządzeń srk dla stacji Sosna przedstawia rysunek 3.22 [35]. Typizacja nastawni przekaźnikowych przedstawiona jest na rysunku 3.23.

3.4. Budynki nastawni

Szczegółowa lokalizacja budynków nastawni odbywa się komisyjnie w terenie na podstawie propozycji zawartej na planie schematycznym urządzeń srk. O lokalizacji nastawni powinny decydować względy ruchowe. Nastawnię należy umieścić w miejscu, gdzie koncentruje się ruch pociągowy i związane z nim manewry. Dalszymi czynnikami określającymi lokalizację są: potrzeba sprawdzenia końca pociągu, ewentualna obsługa przejazdu kolejowo-drogowego, dążenie do możliwie najmniejszego zużycia kabli i inne czynniki. Nastawnie manewrowe należy lokalizować w rejonie koncentracji natężenia ruchu manewrowego.

Podczas szczegółowej lokalizacji w terenie, po uwzględnieniu propozycji zawartych w planie schematycznym, należy uwzględnić możliwość dalszej rozbudowy układu



Uwaga: Wymiary podano w metrach

3.23. Typizacja nastawni przekaźnikowych [95]

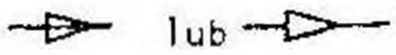
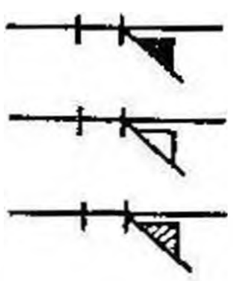
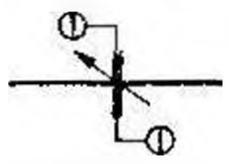
(unifikacja przekaźnikowni do obsługi 5—80 zwrotnic)

a — rzut przyziemia, *b* — rzut piętra, *c* — elewacja, *d* — przekroje

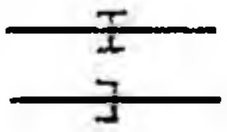
torowego obok nastawni, a także doprowadzenia kanalizacji, wody, energii elektrycznej, dojazdu awaryjnego (przeciwpożarowego) i innych czynników.

Nastawnie oznacza się na planie schematycznym kwadratami lub prostokątami. Jeden kwadrat lub prostokąt oznacza nastawnię parterową, dwa (jeden w drugim) nastawnię piętrową. Kwadrat lub prostokąt zakreskowany ukośnie w obie strony oznacza nastawnię z urządzeniami elektrycznymi. W symbolu nastawni zaznacza się także rozmieszczenie urządzeń, a nawet — miejsce przeznaczone dla osoby obsługującej urządzenia w nas-

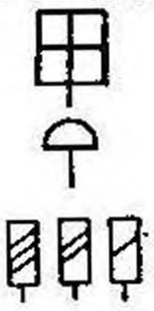
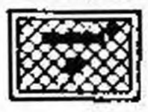
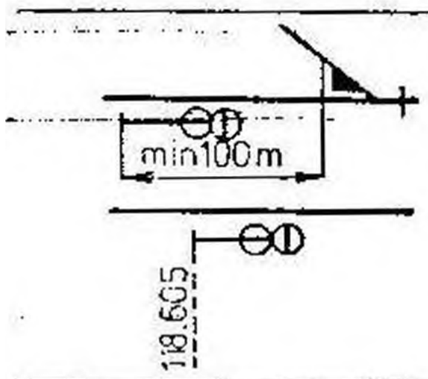
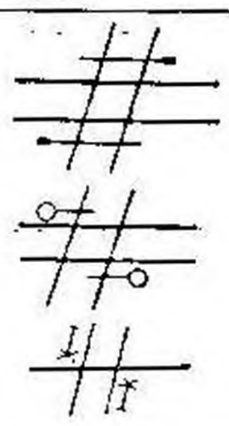
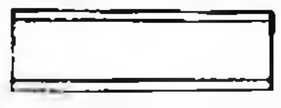
Wykaz stosowanych oznaczeń — Tablica 3-3

Symbol graficzny	Znaczenie symbolu
	Tor główny zasadniczy Tor główny dodatkowy Tor boczny
lub	Tor zelektryfikowany
	Kierunek jazd właściwych po torze przeznaczonym: - dla pociągów wszystkich rodzajów lub wyłącznie dla pociągów pasażerskich - wyłącznie dla pociągów towarowych - wyłącznie dla pociągów podmiejskich - wyłącznie dla jazd lokomotyw - wyłącznie dla jazd związanych z obsługą pociągu
	Kierunek jazd niewłaściwych po torach szlakowych linii dwutorowych lub wielotorowych
	Zwrotnica rozjazdu zwyczajnego - uzależniona w przebiegach - unieruchomiona - nie uzależniona w przebiegach
	Wykolejnica w stanie zasadniczym nałożona na tor Wykolejnica w stanie zasadniczym zdjęta z toru
	Wykolejnica podwójna
	Wykolejnica z dwoma sygnałami zamknięcia toru

tawni. Wykaz stosowanych oznaczeń podano w tablicy 3–3. Każda nastawnia określana jest skrótem nazwy stacji, który tworzy się z dwóch pierwszych liter dwóch pierwszych sylab, np. dla stacji — Koluszki przyjmuje się skrót Kl. Jeżeli nazwa stacji jest dwuwyrazowa, to skrót nazwy stacji tworzy się z dwóch pierwszych liter tych wyrazów.
Nastawnia dysponująca otrzymuje nazwę złożoną tylko ze skrótu nazwy stacji. Jeśli na stacji występuje więcej niż jedna nastawnia dysponująca, to nazwę nastawni tworzy się ze skrótu nazwy stacji z dodaniem dużej litery, np. Kl A, Kl B, itd. Nastawnie wykonawcze stacji wyposażonej w jedną nastawnię dysponującą mają nazwę złożoną ze skrótu nazwy stacji z dodaniem kolejnej cyfry, np. Kl 1, Kl 2. Nastawnie manewrowe oznacza się skrótem stacji z dodaniem litery m, np. Kl m.

	Napęd zwrotnicowy lub wykolejnicowy Napęd zwrotnicy z kontrolą iglic Rygiel Napęd zwrotnicowy z ryglem Napęd zwrotnicowy nierozpruwalny Napęd zwrotnicowy nierozpruwalny z kontrolą iglic
	Złącza izolowane w obydwóch tokach szynowych - odizolowujące dwa odcinki izolowane - odizolowujące odcinek izolowany od toru nieizolowanego Złącza izolowane w jednym toku szynowym - odizolowujące szynę izolowaną od szyny nieizolowanej - odizolowujące dwie szyny izolowane
	Dławik torowy
	Krótki obwód nakładany
	Przycisk szynowy Czujnik magnetyczny pojedynczy
	Czujnik magnetyczny podwójny
	Elektromagnes torowy uzależniony Elektromagnes torowy nie uzależniony
lub o	Komora sygnalizatora świetlnego w kształcie koła i barwy: - czerwonej - pomarańczowej - zielonej - niebieskiej - białej - białej, o zmniejszonej powierzchni świetlnej
	Komora sygnalizatora mogącego świecić wyłącznie światłem migającym Komora sygnalizatora mogącego świecić światłem ciągłym i migającym Komora sygnalizatora nieczynna

c.d. tablicy 3-3

Symbol graficzny	Znaczenie symbolu
	Wskaźnik W4 Wskaźnik W5 Wskaźnik W11a
	Nastawnia piętrowa, urządzenia elektryczne (obsługa w nastawni)
	Nastawnia parterowa, urządzenia elektryczne (obsługa w nastawni)
	Nastawnia piętrowa, urządzenia elektryczne (obsługiwane zdalnie)
	Granica okręgu nastawczego
	Określenie usytuowania urządzeń srk w odległości od: - określonego punktu - początku linii
	Przejazd kolejowo-drogowy z zaporami o napędzie mechanicznym Przejazd kolejowo-drogowy z zaporami o napędzie elektrycznym Krzyże św. Andrzeja na przejeździe linii jednotorowej
	Kozioł oporowy
	Peron z jedną krawędzią czynną
	Peron z dwoma krawędziami czynnymi

4

Urządzenia gospodarki trakcyjnej i wagonowej

4.1. Lokomotywownie

4.1.1. Podział i zadania lokomotywowni

Lokomotywownia jest podstawową jednostką organizacyjną służby trakcji. Prowadzi ona bezpośrednio gospodarkę trakcyjną.

Jeżeli pojazd trakcyjny jest przydzielony do lokomotywowni czasowo, to jest ona jego czasową lokomotywownią macierzystą. Lokomotywownie zaś znajdujące się w punktach krańcowych odcinków obsługi trakcyjnej są dla tych pojazdów lokomotywowniami zwrotnymi.

Lokomotywownia zwrotna pojazdu trakcyjnego może służyć jako miejsce jego ewentualnego postoju w czasie oczekiwania na prowadzenie pociągu w kierunku powrotnym (do swojej stacji macierzystej) i jako miejsce zaopatrywania i obrządzania tego pojazdu, jak również do wypoczynku obsługującej go drużyny trakcyjnej, a w razie potrzeby — do wykonywania naprawy międzypociągowej. Lokomotywownie zwrotne powinny ponadto sprawować nadzór nad należytym wykorzystaniem pojazdów trakcyjnych innych lokomotywowni na równi z ich własnymi pojazdami (znajdującymi się na ich inwentarzu).

Ze względu na rodzaj obsługiwanych i utrzymywanych pojazdów trakcyjnych, rozróżnia się lokomotywownie:

— trakcji elektrycznej,
— trakcji mieszanej,
— trakcji spalinowej.

Ze względu na zakres wykonywanej pracy trakcyjnej i prac przy utrzymaniu pojazdów trakcyjnych, lokomotywownie dzielą się na [55]:

— lokomotywownie pozaklasowe, wykonujące cały zakres obsługi i napraw pojazdów trakcyjnych własnych oraz naprawy awaryjne pojazdów trakcyjnych, wchodzących w skład inwentarza lokomotywowni II klasy:
— lokomotywownie I klasy, wykonujące cały zakres obsługi i napraw pojazdów trakcyjnych własnych i niektórych lokomotywowni II klasy w zakresie napraw awaryjnych, dużych przeglądów (P3) i przeglądów dużych o rozszerzonym zakresie (P3r);
— lokomotywownie II klasy, zajmujące się obsługą i naprawą pojazdów trakcyjnych własnych; prace naprawcze w tych lokomotywowniach są wykonywane

w ograniczonym zakresie (bez dużych przeglądów okresowych P3 i P3r i bez napraw awaryjnych, uwzględnionych w zadaniach lokomotywowni pozaklasowych).

Lokomotywownie II klasy będą wyłącznie lokomotywowniami trakcji spalinowej.

Ze względu na wymiary hal przeglądowo-naprawczych rozróżnia się:

— duże lokomotywownie (ponad 14 stanowisk przeglądowo-naprawczych), obsługujące więcej niż 100 inwentarzowych pojazdów trakcyjnych, użytkowane jako lokomotywownie pozakłasowe trakcji elektrycznej dla lokomotyw elektrycznych lub jako lokomotywownie pozaklasowe trakcji spalinowej;

— średnie lokomotywownie (9 do 13 stanowisk przeglądowo-naprawczych) obsługujące ponad 80 inwentarzowych elektrycznych zespołów trakcyjnych lub 50 do 100 inwentarzowych lokomotyw elektrycznych lub spalinowych, użytkowane jako lokomotywownie pozaklasowe trakcji elektrycznej dla elektrycznych zespołów trakcyjnych lub lokomotywownie I klasy dla lokomotyw elektrycznych lub spalinowych pojazdów trakcyjnych;

— małe lokomotywownie (4 do 7 stanowisk przeglądowo-naprawczych), obsługujące do 50 inwentarzowych spalinowych pojazdów trakcyjnych, użytkowane jako lokomotywownie II klasy.

Liczbę stanowisk w hali lokomotywowni, przewidzianych do wykonywania przeglądów okresowych, ustala się ze wzoru:

$$R_o = \frac{n_o \cdot t}{T} \tag{4.1}$$

gdzie:

R_o — liczba stanowisk do wykonywania przeglądów okresowych,

n_o — liczba przeglądów okresowych wykonywanych w ciągu roku,

t — czas przeglądu okresowego pojazdu trakcyjnego w godzinach (dla elektrycznych pojazdów trakcyjnych wynosi 4 h, dla pojazdów spalinowych czas zależy od rodzaju przeglądu: dla P1 6–8 h dla P2 8–16 h i dla P3 16–40 h),

T — roczny czas użytkowania stanowiska ($T = 2330$ h podczas pracy na jedną zmianę, $T = 4660$ h podczas pracy na dwie zmiany, $T = 6990$ h podczas pracy na trzy zmiany).

Liczbę stanowisk przeglądowo-naprawczych przewidzianych do wykonywania przeglądów sezonowych, ustala się ze wzoru:

$$R_s = \frac{2 \cdot 3 \cdot N \cdot t}{T} \tag{4.2}$$

gdzie:

R_s — liczba stanowisk do wykonywania przeglądów sezonowych,

N — inwentarzowa liczba pojazdów trakcyjnych,

t — czas przeglądu sezonowego pojazdu trakcyjnego [h],

T — roczny czas użytkowania stanowiska [h]

Liczbę stanowisk przeglądowo-naprawczych do wykonywania napraw bieżących ustala

się przy założeniu, że w naprawach bieżących będzie jednocześnie 4% liczby inwentarzowych pojazdów trakcyjnych:

$$R_b = \frac{4 \cdot 365 \cdot N \cdot t}{100\ T} \tag{4.3}$$

gdzie:

R_b — liczba stanowisk do wykonywania napraw bieżących,

N — inwentarzowa liczba pojazdów trakcyjnych,

t — średni czas naprawy bieżącej pojazdu trakcyjnego (6 h dla elektrycznych zespołów trakcyjnych, 8 h dla lokomotyw elektrycznych i spalinowych pojazdów trakcyjnych),

T — roczny czas użytkowania stanowiska do wykonywania napraw bieżących [h].

Liczba stanowisk przeglądowo-naprawczych (R) w hali lokomotywowni jest sumą liczby stanowisk, potrzebnych do wykonywania poszczególnych przeglądów i napraw, zwiększoną o 2 lub 3 stanowiska do zainstalowania zapadni. Gdy w hali lokomotywowni przewiduje się zainstalowanie tokarki podtorowej, wówczas dodaje się jedno stanowisko. Liczbę stanowisk w hali lokomotywowni ustala się ze wzoru:

$$R = R_o + R_s + R_b + a \tag{4.4}$$

gdzie:

$a = 2 \div 3$, jeżeli nie przewiduje się zainstalowania tokarki podtorowej,

$a = 3 \div 4$ gdy przewiduje się zastosowanie tokarki podtorowej.

Zakłada się przy tym, że przeglądy kontrolne są wykonywane poza halą lokomotywowni (mogą być częściowo wykonywane na torach trakcyjnych lokomotywowni macierzystej i na wybranych stacjach zwrotnych obsługi trakcyjnej). Liczbę przeglądów kontrolnych oblicza się ze wzoru:

$$n_k = 365 \cdot i_{cz} \tag{4.5}$$

gdzie:

i_{cz} — przeciętna liczba pojazdów trakcyjnych czynnych w ciągu roku.

Liczbę stanowisk do przeglądów kontrolnych oblicza się ze wzoru:

$$R_k = \frac{n_k \cdot t}{T} \tag{4.6}$$

gdzie:

T — roczny czas użytkowania stanowiska (podczas pracy na trzy zmiany $T = 6990$ h).

Dla przeglądów kontrolnych wykonywanych co drugi dzień (trakcja spalinowa) prawą stronę wzoru należy pomnożyć przez 0,5.

Podstawowymi zadaniami lokomotywowni są: obsługa i utrzymywanie pojazdów trakcyjnych w stałej sprawności eksploatacyjnej, szkolenie drużyn trakcyjnych oraz utrzymanie urządzeń trakcyjnych w należytym stanie technicznym. Do wykonania tych zadań w lokomotywowniach są przewidziane następujące komórki organizacyjne:

— biura lokomotywowni,

— oddział dyspozycji trakcyjnej,

— oddział napraw,

— oddział samochodowy w niektórych lokomotywowniach pozaklasowych lub lokomotywowniach I klasy (oddział ten jest zorganizowany w formie zajezdni samochodowej, na wyodrębnionym terenie lokomotywowni, organizacyjnie przynależnym do lokomotywowni).

Zadaniem biura lokomotywowni jest działalność administracyjna.

Do zadań oddziału dyspozycji trakcyjnej należy:

— dysponowanie pojazdami trakcyjnymi w celu zapewnienia obsługi trakcyjnej,
— obrządzanie i wyposażanie pojazdów trakcyjnych zajeżdżających do lokomotywowni oraz obsługa urządzeń trakcyjnych w lokomotywowni,
— badania laboratoryjne olejów i wody do układów chłodzenia silników spalinowych i układów ogrzewania wagonów spalinowych,
— mycie, czyszczenie i garażowanie pojazdów trakcyjnych,
— wycofywanie pojazdów trakcyjnych z ruchu i kierowanie ich do przeglądów lub napraw okresowych,
— organizowanie próbnych jazd pojazdów trakcyjnych.

Do zakresu działania oddziału napraw pojazdów trakcyjnych należy:

— wykonywanie przeglądów okresowych pojazdów trakcyjnych, ich zespołów i podzespołów zgodnie z ustalonym programem,
— produkcja uzupełniających, nietypowych i prostych części zamiennych i urządzeń, niezbędnych do wykonywania napraw bieżących,
— konserwowanie pojazdów trakcyjnych odstawionych do zapisu,
— naprawa narzędzi i pomocy warsztatowych.

Zadaniem oddziału urządzeń technologicznych jest:

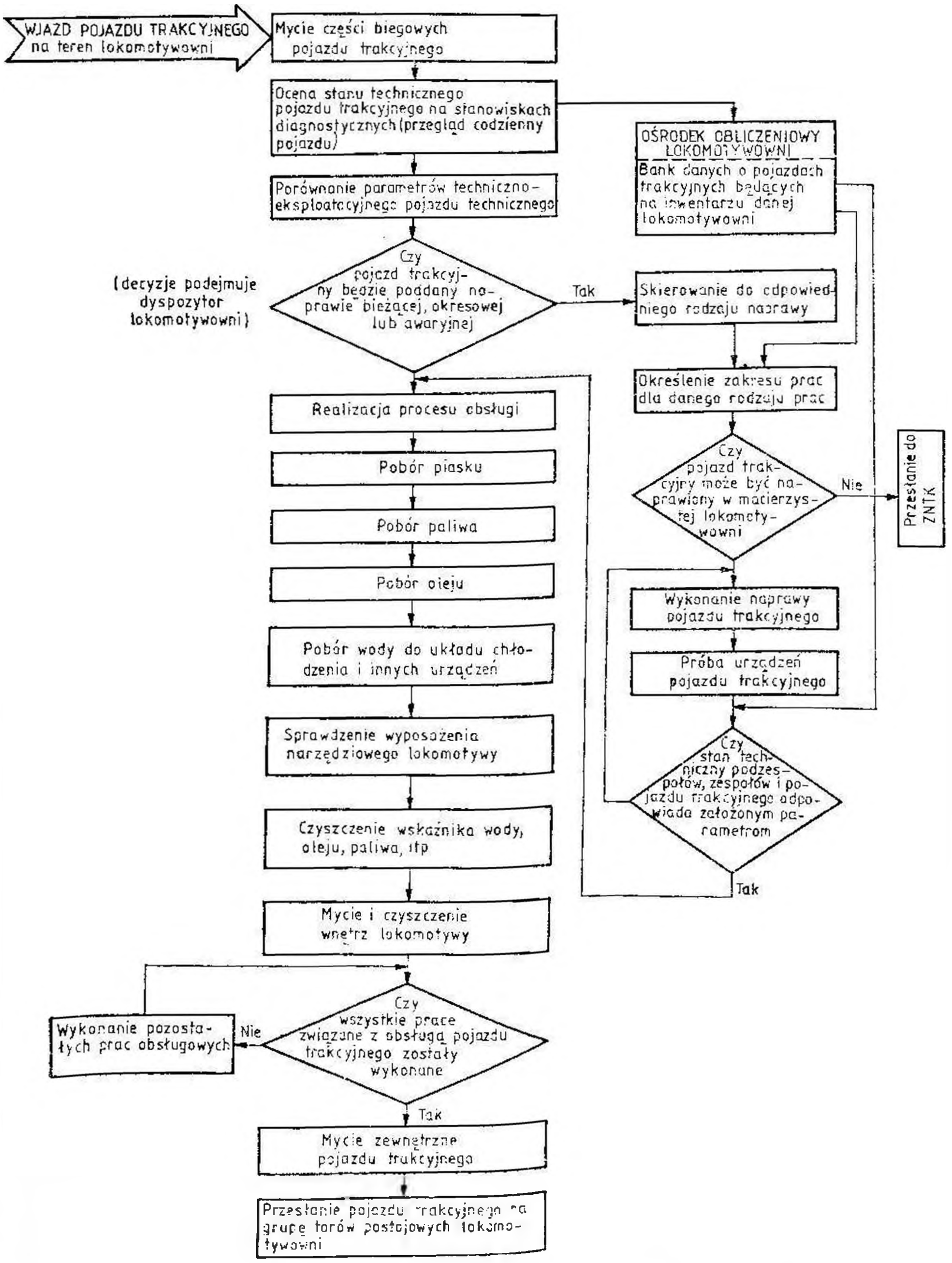
— utrzymanie i naprawa maszyn i urządzeń lokomotywowni,
— utrzymanie i naprawa obiektów lokomotywowni i instalacji sanitarnych i przemysłowych,
— obsługa eksploatacyjna obiektów i urządzeń usługowych lokomotywowni.

Oddział samochodowy zajmuje się obsługą techniczną i naprawą bieżącą pojazdów samochodowych i przyczep, w zakresie ustalonym odrębnymi przepisami, dotyczącymi zadań zajezdni samochodowych.

Do zadań lokomotywowni należy dodatkowo:

— świadczenia usług dla innych lokomotywowni w zakresie: zaopatrywania pojazdów trakcyjnych w materiały trakcyjne, wykonywanie przeglądów kontrolnych, garażowanie, mycie i czyszczenie zewnętrzne pojazdów trakcyjnych znajdujących się w lokomotywowni, bez względu na ich inwentarzową przynależność,
— usługi uzupełniające lokomotywowni pozaklasowych i I klasy, dla lokomotywowni II klasy w zakresie: przeglądów okresowych, napraw oraz regeneracji i produkcji pomocy warsztatowych, a także napraw maszych, urządzeń trakcyjnych i warsztatowych,
— usługi dla innych służb kolejowych w zakresie: nadzoru nad eksploatacją urządzeń elektroenergetycznych, przeglądów okresowych i napraw bieżących lokomotyw manewrowych, obsług i napraw urządzeń dźwigowych i przeładunkowych.

Przebieg czynności w procesie obsługi i naprawy pojazdu trakcyjnego w lokomotywowni przedstawia rysunek 4.1.



4.1. Przebieg czynności w procesie obsługi i naprawy pojazdu trakcyjnego w lokomotywowni

4.1.2. Obiekty lokomotywowni

Założenia programowe lokomotywowni powinny obejmować nastcpujące obiekty składowe: budynek główny, budynki magazynowe, składowiska otwarte, zewnętrzne obiekty trakcyjne i obiekty ogólnogospodarcze.

W **budynku głównym** lokomotywowni należy przewidzieć: halę przeglądowo-naprawczą, warsztaty naprawcze, pomieszczenia administracyjne dyspozytorni i zarządu lokomotywowni, pomieszczenia magazynowe w zespole pomieszczeń produkcyjnych lub administracyjnych budynku głównego, pomieszczenia sanitarne i socjalne.

Liczba **budynków magazynowych** powinna wynikać z potrzeb zaopatrzenia materiałowo-technicznego. Przy ustalaniu liczby tych budynków należy uwzględnić: magazyn materiałów łatwopalnych oraz magazyny: karbidu, tlenu, materiałów budowlanych, stali i blach.

Planowanie **składowisk zewnętrznych** powinno obejmować zapotrzebowanie na materiały, które nie wymagają składowania w budynkach (klocki hamulcowe, złom, tarcica i opał).

Składowiska otwarte powinny być lokalizowane na terenach odwodnionych, w pobliżu miejsc zapotrzebowania na składowane materiały. Powinny mieć one zapewnione odpowiednie dojazdy torowe i drogowe, a składowiska klocków hamulcowych — dodatkowe dojazdy dla wózków akumulatorowych. Tereny składowisk powinny być odpowiednio wydzielone z tym, że tereny składowisk złomu i opału powinny w miarę możliwości otaczać pasy zieleni. Powierzchnia potrzebna do składowania opału wynika z konieczności gromadzenia dwumiesięcznego zapasu. W przypadku przewidywanego doprowadzenia ciepła spoza terenu lokomotywowni składowisko opału powinno być odpowiednio mniejsze.

W planie **składowiska opału** uwzględnia się magazynowanie i wydawanie węgla deputatowego (wyposażenie w odpowiednie urządzenia dźwigowe i wagę o nośności 10 kN).

Planowanie **zewnętrznych obiektów trakcyjnych** obejmuje zakres prac obsługowych pojazdów trakcyjnych, wykonywanych poza halą przeglądowo-naprawczą, przy uwzględnieniu:

— zespołu obiektów gospodarki paliwowej w lokomotywowniach trakcji spalinowej i mieszanej,
— suszarni piasku,
— myjni pojazdów trakcyjnych,
— punktu kontrolnego urządzeń shp,
— punktu przeglądów kontrolnych lub specjalnych stanowisk kontrolnych.

Programowanie **obiektów ogólnogospodarczych** powinno jednoznacznie wynikać z możliwości obsługi gospodarczej lokomotywowni z obiektów i urządzeń kolejowych. Należy szczególnie wnikliwie analizować konieczność budowy następujących obiektów: ujęcia wody i oczyszczalni ścieków, kotłowni wraz ze składowiskiem opału i żużlu, stacji sprężarek powietrznych, stacji transformatorowych oraz strażnicy pożarowej.

W niektórych lokomotywowniach obiekty towarzyszące należy planować indywidualnie. Dotyczy to wyodrębnionych gospodarstw, nie związanych z procesem technologicznym

lokomotywowni, lecz podporządkowanych jej administracyjnie (zajezdnie samochodów i ciągników, zasadnicze szkoły zawodowe).

Halę przeglądowo-naprawczą lokomotywowni wyposaża się w stanowiska przeglądowe i naprawcze pojazdów trakcyjnych. Długość i liczba stanowisk powinna zależeć od rodzaju i klasy lokomotywowni. W lokomotywowniach trakcji mieszanej stanowiska przeglądowe przewiduje się do zastosowania w pojazdach trakcyjnych każdej trakcji oddzielnie. Pozostałe stanowiska mogą być wspólne dla obu trakcji. Stanowiska naprawcze i stanowiska zapadni, a w lokomotywowniach trakcji spalinowej również stanowiska do wykonywania przeglądów P3, powinny być usytuowane w zasięgu obsługi suwnicowej.

Wysokość użytkowa hali przeglądowo-naprawczej dla stanowisk nie wymagających obsługi suwnicowej wynosi 6–7 m. Dla stanowisk obsługiwanych przez suwnicę wysokość hali powinna być odpowiednio zwiększona, zgodnie z normami projektowania i eksploatacji suwnic.

W lokomotywowniach trakcji spalinowej, w hali przeglądowo-naprawczej w pobliżu stanowisk przeglądów P3, powinno znajdować się pomieszczenie z instalacją wody dla celów trakcyjnych. Nie dotyczy to lokomotywowni, w których takie pomieszczenia są przewidziane w zespole obiektów gospodarki paliwowej.

W pomieszczeniach gospodarki wodnej dla potrzeb trakcyjnych powinny być uwzględniane:

— urządzenia do zmiękczania i uzdatniania wody,
— urządzenia do podgrzewania wody uzdatnionej dla stanowisk przeglądów okresowych P3 (2 lub 3 w lokomotywowniach pozaklasowych i 1 lub 2 w lokomotywowniach I klasy).

Wyposażenie technologiczne hali przeglądowo-naprawczej, dostosowane do zakresu zadań lokomotywowni, powinno obejmować suwnice o odpowiednim udźwigu, odpowiednie dźwigniki (Kuttruffa, hydrauliczne, śrubowe itp.), zapadnię, urządzenie do docierania łożysk panewek, gniazd zaworów i zawieszenia silnika, przeciągarki taboru, tokarkę podtorową wraz z elektrycznym wciągnikiem wiórów, urządzenia do suszenia silników trakcyjnych, wózki akumulatorowe, urządzenia do odladzania taboru, pomosty stałe i ruchome oraz sprzęt pomiarowo-kontrolny.

Warsztaty naprawcze otrzymują zespół pomieszczeń produkcyjno-remontowych do napraw podzespołów i urządzeń pojazdów trakcyjnych na stanowiskach przeglądowo-naprawczych w hali lokomotywowni. Wysokość użytkowa warsztatów naprawczych, zgodnie z obowiązującymi normami projektowania obiektów i pomieszczeń przemysłu maszynowego, powinna wynosić 3,6–4,2 m.

Pomieszczenia warsztatowe powinny być wyposażone w instalacje:

— ogrzewania i wentylacji, wodno-kanalizacyjne, elektryczne, radiofonii, zegarowe, przeciwpożarowe i teletechniczne,
— sprężonego powietrza (z wyjątkiem pomieszczeń: naprawy urządzeń shp i urządzeń elektronicznych, akumulatorni, tapicerni, formowania ślizgaczy pantografów);
— ciepła technologicznego w pomieszczeniach myjni i naprawy podzespołów.

Pomieszczenia administracyjne obejmują: pomieszczenia administracyjne, pomieszczenia dyspozytorni, pomieszczenia szkoleniowe i archiwum akt. Gabaryty po-

mieszczeń biurowych należy ustalić, zależnie od liczby zatrudnionego personelu administracyjnego, zgodnie z normami projektowania obiektów i pomieszczeń biurowych.

Pomieszczenia dyspozytorni, w miarę możliwości lokalizowane na wyższych kondygnacjach budynku, muszą zapewniać dobrą widoczność torów trakcyjnych przyjazdowych i wyjazdowych. Wysokość pomieszczeń — 2,8 m, powierzchnia użytkowa — 30 m^2 w lokomotywowni pozaklasowej, 25 m^2 w lokomotywowni I klasy, 20 m^2 w lokomotywowni II klasy.

Pomieszczenia szkoleniowe obejmują gabinet techniczny, wyposażony w niezbędne pomoce szkoleniowe dla drużyn trakcyjnych oraz salę wykładową (świetlicę). Powierzchnia gabinetu technicznego powinna wynosić 50 m^2 w lokomotywowni II klasy. Powierzchnie sali wykładowej (świetlicy) przewiduje się: w lokomotywowni pozaklasowej 100 m^2, w lokomotywowni I klasy — 50–100 m^2 i w lokomotywowni I klasy — 50 m^2.

Pomieszczenie archiwum powinno mieć wysokość 3 m i powierzchnię użytkową: 30 m^2 w lokomotywowni pozaklasowej, 25 m^2 w lokomotywowni I klasy i 15 m^2 w lokomotywowni II klasy.

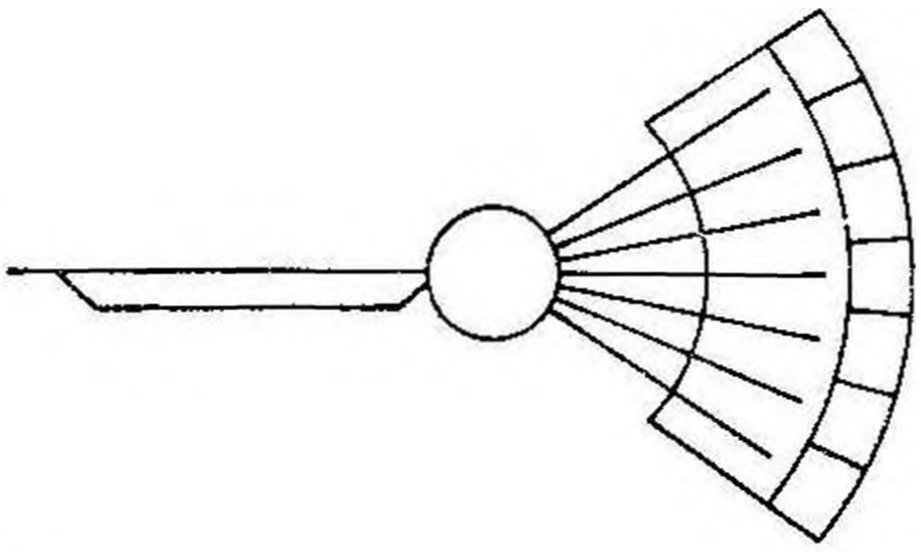
Stołówki i bufety pracownicze należy projektować, zgodnie z normami projektowania stołówek pracowniczych, dla 100% pracowników produkcyjnych najliczniejszej zmiany przy założeniu trzykrotnej rotacji +10% personelu drużyn trakcyjnych.

Pomieszczenia dla oczekujących drużyn trakcyjnych obejmują: poczekalnię i pokój wypoczynkowy, których wielkość jest uzależniona od klasy lokomotywowni.

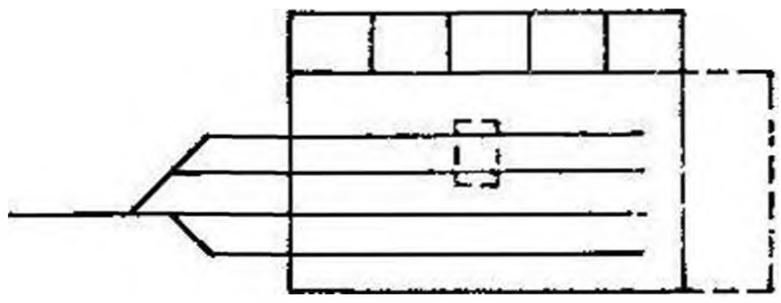
Pokoje noclegowe dla drużyn trakcyjnych powinny być przewidywane tylko wyjątkowo, jeżeli jest to uwzględnione w danych wejściowych do założeń techniczno-ekonomicznych. Program użytkowy należy dla nich określić zgodnie z normami projektowania hoteli robotniczych.

4.1.3. Rodzaje budynków głównych

W okresie eksploatacji parowozów powszechnym typem hali postojowej i obsługowo-naprawczej była **hala wachlarzowa** (rys. 4.2). Jest to najmniej odpowiedni typ hali dla nowoczesnych pojazdów trakcyjnych, wymagających innych warunków i urządzeń technicznych do obsługi i naprawy niż te, jakie były niezbędne dla parowozów.



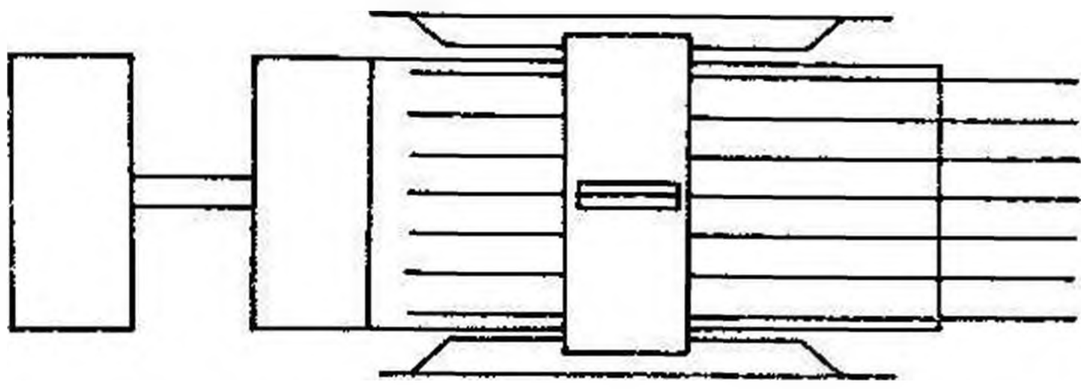
4.2
Hala wachlarzowa



4.3
Hala prostokątna czołowa

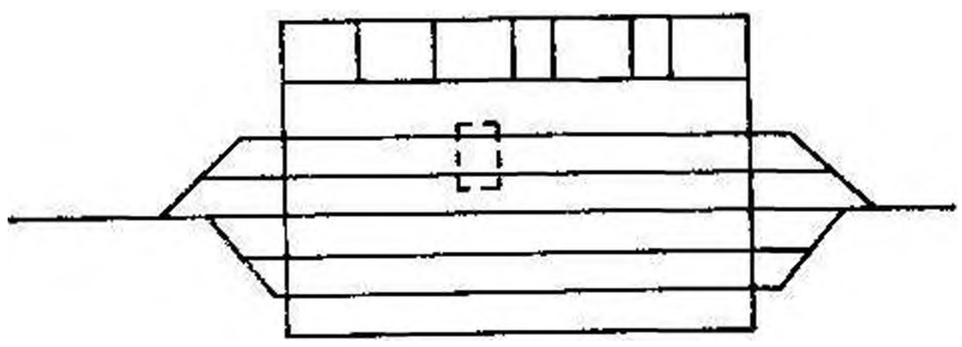
Następnym typem hali obsługowo-naprawczej jest **hala prostokątna.** Ma ona trzy odmiany: czołową, z przesuwnicą i przelotową.

Hale prostokątne czołowe (rys. 4.3) (jeden z najstarszych typów hal obsługowo-naprawczych) mają wiele wad, z których najważniejsza to jednostronny wjazd i wyjazd. Takie rozwiązanie było podyktowane możliwościami przestrzennego zagospodarowania terenu, przeznaczonego pod zabudowę i dlatego spotyka się je szczególnie na terenach górzystych, w lokomotywowniach o małej liczbie pojazdów trakcyjnych. Niewątpliwą zaletą tego rodzaju rozwiązania jest łatwość ogrzewania i oświetlania.

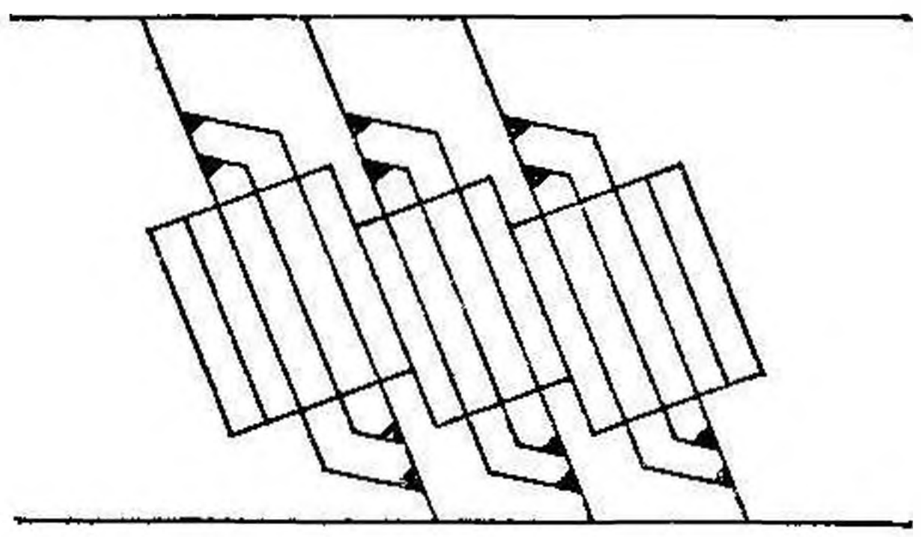


4.4
Hala prostokątna z przesuwnicą

Hala prostokątna z przesuwnicą (rys. 4.4) składa się z dwóch lub więcej części. Wjazd na każde stanowisko w części pierwszej, obsługowej, odbywa się przez bramę z wiązki torów. Dwa oddzielne tory boczne są przeznaczone do obsługi pojazdów wjeżdżających do części naprawczej budynku i wyjeżdżających z niego. Przesuwnica w części środkowej budynku jest przeznaczona do rozstawiania pojazdów trakcyjnych na poszczególne stanowiska naprawcze. Mimo wielu niewątpliwych zalet hale tego typu nie będą stosowane na PKP.



4.5
Hala przelotowa



4.6
Hale schodkowe

Odmianą hali prostokątnej, najbardziej odpowiednią dla nowoczesnych pojazdów trakcyjnych, jest **hala przelotowa** (rys. 4.5), umożliwiająca obustronny wjazd i wyjazd pojazdów. Przelotowość hali, obok możliwości jednoczesnego korzystania z niej przez lokomotywy i zespoły trakcyjne elektryczne i spalinowe jest główną zaletą tego rozwiązania. Zaleta ta powoduje pewne trudności, związane z ogrzewaniem hali w zimie, zwłaszcza przy niskich temperaturach zewnętrznych i stosowaniu konwencjonalnych systemów ogrzewania.

Prostokątny układ hali lokomotywowni pozwala na zastosowanie przelotowego układu torów w budynku, co ułatwia korzystanie z urządzeń do obsługi pojazdów. Warsztaty

naprawcze, część socjalna i administracyjna są w tym typie hali lokalizowane przy dłuższym boku prostokątnego budynku. Tory obok warsztatu naprawczego są torami, na których wykonuje się naprawy pojazdów trakcyjnych. Zapadnia jest najczęściej umieszczona na torach naprawczych lokomotywowni. Jeśli warunki terenowe pozwalają tylko na dojazd jednostronny, pomieszczenia warsztatowe można lokalizować, albo wzdłuż hali głównej, albo na jej przedłużeniu.

Biorąc pod uwagę możliwość wykolejenia się pojazdu kierowanego do naprawy i względy bhp pomieszczenia warsztatów naprawczych, części socjalnej i administracyjnej powinno się (jeśli jest to możliwe ze względów terenowych) rozmieszczać równolegle do torów głównych. Zapadnię, podobnie jak w poprzednim rozwiązaniu, umieszcza się na torach naprawczych obok pomieszczeń warsztatowych. Tory ze stanowiskami naprawczymi i obsługowymi muszą mieć kanały, odpowiednie do typów naprawianych pojazdów.

Trzecim typem hal obsługowo-naprawczych są **hale schodkowe** (rys. 4.6). Każdy „schodek" jest wyposażony w tory z kanałami. Poszczególne tory są połączone z głównym torem wjazdowym i wyjazdowym zwrotnicami. Hale schodkowe zajmują stosunkowo wąski pas terenu, co ułatwia ich lokalizację i umożliwia rozbudowę.

Wadą hal tego typu jest znaczna odległość między skrajnymi schodkami, co wydłuża drogi transportu wewnętrznego.

4.1.4. Przystosowanie istniejących parowozowni do potrzeb trakcji elektrycznej i spalinowej

Dla potrzeb nowych trakcji przystosowuje się jedynie parowozownie prostokątne, przelotowe. Powinny to być obiekty możliwie duże, mogące pomieścić (przy założeniu pracy dwuzmianowej) 100 do 200 pojazdów, w zależności od klasy lokomotywowni. Ponadto należy zapewnić ewentualną budowę urządzeń specjalistycznych dla danej trakcji (stacji paliwowych dla potrzeb trakcji spalinowej) oraz odpowiednią liczbę torów postojowych.

Podczas adaptacji parowozowni na lokomotywownie trakcji elektrycznej lub spalinowej należy, maksymalnie wykorzystać istniejące obiekty i urządzenia.

Stanowiska naprawcze w adaptowanej parowozowni w miarę możliwości lokalizuje się:

— w zasięgu istniejącej suwnicy o udźwigu, co najmniej, 80 kN i wysokości podnoszenia 7 m;
— w nawie, w której istnieje możliwość zainstalowania suwnicy o udźwigu 125 kN i wysokości podnoszenia 7 m, bez podnoszenia konstrukcji dachu, wykorzystując istniejące stanowiska i zapadnie,
— w nawie, w której jest zapadnia służąca do wymiany silników trakcyjnych wraz z zestawami kołowymi, a podwyższenie hali jest ekonomicznie uzasadnione i technicznie możliwe.

Bramy zewnętrzne hali przeglądowo-naprawczej powinny łatwo się otwierać, muszą być szczelne i sztywne, o konstrukcji żaluzjowej, segmentowej lub przesuwnej.

Przystosowywanie parowozowni do potrzeb trakcji elektrycznej lub spalinowej powinno

być jednak ograniczone. Przeprowadzone badania ekonomiczne raczej preferują budowę nowych obiektów i ograniczanie skomplikowanej i technicznie mało efektywnej przebudowy i adaptacji.

4.1.5. Budowa nowych lokomotywowni

Nowe lokomotywownie buduje się typu prostokątnego, przelotowego. Liczba stanowisk w hali lokomotywowni powinna zapewniać utrzymywanie przewidywanej liczby pojazdów trakcyjnych przy założeniu pracy dwuzmianowej.

Zabudowa terenu powinna być możliwie zwarta, z zapewnieniem stref ochronnych, odpowiadających IV klasie ochrony powietrza atmosferycznego. Rozmieszczenie budynków i zewnętrznych obiektów trakcyjnych dostosowuje się do wymogów procesu technologicznego utrzymania, napraw i zaopatrywania pojazdów trakcyjnych.

Hale przeglądowo-naprawcze projektuje się jako uniwersalne. Długość hal i stanowisk przeglądowo-naprawczych ma zapewniać wykonywanie przeglądów i napraw wszystkich pojazdów trakcyjnych. Długością obliczeniową hal i stanowisk przeglądowo-naprawczych jest długość trójwagonowych elektrycznych zespołów trakcyjnych, zwana długością obliczeniową pojazdu trakcyjnego.

Długość stanowisk przeglądowo-naprawczych w hali lokomotywowni określa się ze wzoru:

$$l_s = l_p + a + 6{,}2 \ldots \text{ [m]} \tag{4.7}$$

gdzie:

l_s — długość stanowiska przeglądowego [m],

l_p — długość obliczeniowa pojazdu trakcyjnego [m],

a — długość dwóch pochylni o spadku $10^0/_{00}$, wynosząca 12 m przy obniżeniu międzytorza o 0,6 m lub 14 m przy obniżeniu międzytorza o 0,7 m,

6,2 — szerokość drogi poprzecznej, dwukierunkowej [m].

W programie obiektów transportu kolejowego przewiduje się następujące układy torów trakcyjnych:

— tory trakcyjne pracy podstawowej (komunikacyjne, przeglądowo-naprawcze, dostawczo-zaopatrzeniowe i magazynowe),

— tory trakcyjne postojowo-dostawcze,

— tory postojowe dla pogotowia technicznego.

Układ torów trakcyjnych pracy podstawowej dostosowuje się do technologii obsług i napraw pojazdów trakcyjnych oraz obsługi określonych stanowisk zaopatrzeniowych i magazynowych.

Łączna długość użytkowa układu torów trakcyjnych postojowo-dostawczych powinna zapewniać postój: 40 do 60% elektrycznych zespołów trakcyjnych, 20 do 30% elektrowozów i pojazdów spalinowych.

Długość użytkową układu torów trakcyjnych postojowo-dostawczych określa się przy uwzględnieniu następujących wymogów:

— długość użytkowa pojedynczego toru postojowego nie może być mniejsza niż 70 m, a większa niż 210 m (umożliwia to postój 3 elektrycznych zespołów trakcyjnych lub 6 elektrowozów lub pojazdów spalinowych),

— odległość między osiami torów postojowych powinna wynosić 5—6 m (odległość zalecana — 6 m).

Długość użytkowa torów postojowych dla pociągu ratunkowego powinna wynosić 120 m, dla pociągu dźwigowego — 90 m, a dla pociągu sieciowego — 60 m.

W układzie drogowym na terenie lokomotywowni przewiduje się:

— drogi samochodowe komunikacji wewnątrz zakładowej — dwupasmowe, o nawierzchni twardej (szerokość 7 m),

— drogi samochodowe transportu technologicznego — jednopasmowe o nawierzchni twardej (szerokość 3,5 m),

— drogi dla wózków akumulatorowych i ruchu pieszego (z nawierzchnią twardą, o szerokości dostosowanej do przewidywanego natężenia ruchu, ale nie mniejszej niż 3,5 m).

Układ dróg samochodowych powinien uwzględniać potrzeby ochrony przeciwpożarowej.

Na terenie lokomotywowni również planuje się parkingi dla 10 samochodów oraz rowerów dla ok. 30% liczby zatrudnionych pracowników.

4.1.6. Punkty przeglądów kontrolnych pojazdów trakcyjnych

Punkty przeglądów kontrolnych (PPK) rozmieszcza się na większych stacjach postojowych i rozrządowych, gdzie jest przewidywany dłuższy, planowany postój elektrycznych i spalinowych pojazdów trakcyjnych. Punkt kontrolny stanowią budynek dla pracowników, magazyn materiałów i kanał rewizyjny. Drużyna po przyjeździe do PPK przekazuje pojazd trakcyjny brygadzie roboczej, która wykonuje codzienny przegląd.

Oględziny pojazdów trakcyjnych w PPK stwarzają odpowiednie warunki do lepszego wykorzystania tych pojazdów. Ważne jest również odciążenie drużyn trakcyjnych od wszelkich prac w przerwie międzypociągowej i zapewnienie im należytego wypoczynku.

4.1.7. Obiekty gospodarki olejowej spalinowych pojazdów trakcyjnych

Do obiektów gospodarki olejowej należą: stacja paliw, magazyn olejów i smarów, stanowisko wymiany olejów w pojazdach trakcyjnych oraz stanowisko zaopatrywania pojazdów trakcyjnych w olej napędowy i silnikowy. Obiekty te znajdują się w lokomotywowniach trakcji spalinowej i trakcji mieszanej.

Zaopatrywanie spalinowych pojazdów trakcyjnych w oleje: napędowy i silnikowy może odbywać się również poza terenem lokomotywowni. W tym celu na wybranych zwrotnych stacjach obsługi trakcyjnej są budowane stacje paliwowe, a przy torach stacyjnych na stacjach macierzystych są lokalizowane punkty naboru.

4.1.8. Wymagania lokalizacyjne lokomotywowni

Lokalizacja lokomotywowni powinna zapewnić prawidłową obsługę trakcyjną poszczególnych podsystemów przewozowych, stacji rozrządowych, portów i granicznych stacji przeładunkowych.

O lokalizacji lokomotywowni decydują przede wszystkim względy techniczne, a wszelkie inne są brane pod uwagę w dalszej kolejności. W związku z tym w opracowaniach, dotyczących tego zagadnienia przyjmuje się, że istniejących lokomotywowni nie ma. Przy lokalizacji lokomotywowni należy uwzględnić:

— stacje początkowe i końcowe pociągów międzynarodowych, ekspresowych i pospiesznych,
— węzły kolejowe w aglomeracjach, konurbacjach i ośrodkach miejskich znaczenia krajowego,
— duże stacje rozrządowe główne i pomocnicze, przeładunkowe stacje graniczne i porty,
— koncentrację obsługi i naprawy pojazdów trakcyjnych,
— mechanizację prac obsługowo-naprawczych,
— zapewnienie obsługi i naprawy (możliwość naboru pracowników, dostawę energii elektrycznej i wody w ilościach pokrywających pełne potrzeby lokomotywowni),
— warunki socjalno-bytowe (mieszkania, komunikacja, usługi).

Z układu zadań przewozowych wynika, które lokomotywownie będą wykonywać obsługę trakcyjną przewozów osób lub ładunków, a które będą lokomotywowniami o pracy trakcyjnej mieszanej (obsługa pociągów pasażerskich i towarowych).

O podziale lokomotywowni ze względu na rodzaj trakcji decyduje zakres elektryfikacji linii kolejowych.

Przy lokalizacji lokomotywowni należy również uwzględnić liczbę pojazdów trakcyjnych, wykorzystanych w poszczególnych rodzajach pracy przewozowej. Z przewidywanego zapotrzebowania pojazdów trakcyjnych w poszczególnych podsystemach przewozowych i w pracy pozapociągowej wynika, że:

— ok. 20% pojazdów trakcyjnych będzie zatrudnionych w pracy pozapociągowej (na stacjach rozrządowych głównych i pomocniczych):
— 48% do 67% lokomotyw towarowych będzie wykorzystanych przy obsłudze pociągów w relacjach: stacja rozrządowa — rejonowe bazy przeładunkowe i między współpracującymi stacjami rozrządowymi,
— ok. 85% pojazdów trakcyjnych w przewozie osób będzie obsługiwało pociągi w aglomeracjach i konurbacjach.

Wynika z tego, że lokomotywownie powinny być lokalizowane przede wszystkim na głównych stacjach rozrządowych (ze względu na dużą pracę manewrową i obsługę trakcyjną pociągów towarowych rozpoczynających na nich swój bieg). Pewna liczba lokomotywowni powinna być zlokalizowana na stacjach rozrządowych pomocniczych oraz w ośrodkach aglomeracyjnych, na stacjach granicznych i w portach.

Ze względu na koncentrację obsługi i naprawy pojazdów trakcyjnych oraz mechanizację prac obsługowo-naprawczych i diagnostycznych przewiduje się następującą klasyfikację lokomotywowni:

— lokomotywownie bazy (pozaklasowe) o pełnym zakresie prac obsługowo-naprawczych pojazdów trakcyjnych własnego stanu liczbowego oraz stanu liczbowego pojazdów mniejszych lokomotywowni w zakresie dużych przeglądów okresowych (P3) i dużych o rozszerzonym zakresie (P3r) oraz napraw awaryjnych,
— lokomotywownie mniejsze (I i II klasy) o pełnym zakresie prac obsługowych i ograniczonym zakresie prac naprawczych.

4.1.9. Lokalizacja obiektów zaplecza technicznego służby trakcji na stacjach i w węzłach kolejowych

Lokalizacja lokomotywowni w rejonie stacji lub węzła kolejowego powinna zapewniać dogodne, bezkolizyjne i możliwie krótkie, dwutorowe połączenie ze:

— stacją osobową z grupami torów odjazdowych, przyjazdowych i postojowych (dojazd pojazdów trakcyjnych do pociągów osobowych),

— stacją towarową z grupami torów odjazdowych i przyjazdowych (dojazd pojazdów trakcyjnych do pociągów towarowych z zabezpieczeniem niezbędnych połączeń drogowych i obsługi manewrowej).

Lokomotywownie lokalizuje się na terenie możliwie płaskim o rzędnej zbliżonej do wysokości ułożenia torów komunikacyjnych, z którymi będą połączone tory lokomotywowni. Pomieszczenia warsztatowe lokomotywowni rozmieszcza się bezpośrednio przy hali przeglądowo-naprawczej, w jednym zespole budowlanym, z uwzględnieniem wzajemnych powiązań funkcjonalnych i technologicznych. Suszarnia piasku i myjnia pojazdów trakcyjnych powinny być lokalizowane przy torach na linii przebiegu procesu technologicznego. Należy uwzględnić możliwość objazdu tych stanowisk.

Stanowisko do badania zespołów prądotwórczych spalinowych pojazdów trakcyjnych (opornik wodny) umieszcza się przy wydzielonym torze, w odległości nie mniejszej niż 50 m od budynków lokomotywowni (strefa ochronna przed hałasem). Stanowisko to powinno znajdować się w lokomotywowniach — bazach i lokomotywowniach I klasy przeznaczonych do obsługi spalinowych pojazdów trakcyjnych. Budynek stanowiska powinien być jednokondygnacyjny, o powierzchni użytkowej $9\ m^2 - 12\ m^2$ i wysokości 3 m. Jest on przeznaczony dla urządzeń kontrolno-pomiarowych.

Punkt kontrolny urządzeń shp rozmieszcza się w lokomotywowniach przy stanowiskach badawczych na torach lub w budynku głównym, w powiązaniu z punktem badania czuwaków. Powierzchnia użytkowa punktu kontrolnego wynosi ok. $15\ m^2$.

Myjnia pojazdów trakcyjnych powinna znajdować się w odrębnym budynku, o wysokości użytkowej 6–7 m. Zadaniem myjni jest:

— codzienne mycie i czyszczenie zewnętrznych ścian pojazdów,

— okresowe dokładne mycie i czyszczenie, połączone z konserwacją powłok malarskich ścian zewnętrznych pojazdów.

Stacje sprężarek powietrza lokalizuje się w centrum lokomotywowni lub w pobliżu miejsca największego poboru sprężonego powietrza, w pewnej odległości od pomieszczeń biurowych i wypoczynkowych oraz warsztatów aparatury i przyrządów pomiarowych.

Obiekty i urządzenia ogólnogospodarcze i towarzyszące, uwzględnione w programie funkcjonalnym lokomotywowni, należy lokalizować na wydzielonym terenie.

4.1.10. Lokalizacja punktów przeglądów kontrolnych pojazdów trakcyjnych

W punkcie kontrolnym pojazdów trakcyjnych należy przewidywać:

— stanowisko poboru wody,

— stanowisko poboru pary do rozmrażania drzwi elektrycznych zespołów trakcyjnych,

— pomieszczenie dla pracowników wykonujących przeglądy kontrolne.

Długość kanału rewizyjnego w punkcie kontrolnym zależy od rodzaju obsługiwanych pojazdów trakcyjnych (dla elektrycznych zespołów trakcyjnych 70 m, dla lokomotyw elektrycznych i spalinowych pojazdów trakcyjnych 30 m).
Pobocza wzdłuż kanałów rewizyjnych powinny być obniżone o 0,5 m do 0,7 m (w stosunku do główki szyny) na szerokości do 2,2 m od osi toru. Zejścia o obniżonym poziomie powinny być wykonane w postaci schodków lub pochylni o spadku $10^0/_{00}$.

4.1.11. Lokalizacja obiektów zaopatrzenia pojazdów trakcyjnych

Obiekty i urządzenia służące do zaopatrywania pojazdów trakcyjnych rozmieszcza się:
— w lokomotywowniach (przy torze kolejowym leżącym na linii procesu technologicznego zaopatrywania i obrządzania),
— na stacjach macierzystych (w grupie torów przyjazdowych lub wyjazdowych),
— na stacjach zwrotnych (przy torze punktu przeglądów kontrolnych pojazdów trakcyjnych).

4.1.12. Lokalizacja obiektów gospodarki olejowej i wodnej

Lokalizacja obiektów gospodarki olejowej uwzględnia specjalne wymagania, dotyczące składów paliw i wymagania ogólne, dotyczące pozostałych obiektów gospodarki olejowej, nazywanych obiektami technologicznymi zespołu gospodarki olejowej.
Skład paliw powinien znajdować się poza torami szlakowymi, przy torze magazynowym, zapewniającym odpowiednie usytuowanie urządzeń spustowych olejów napędowych, dostarczanych cysternami kolejowymi lub samochodowymi. Przy adaptacji parowozowni na lokomotywownie trakcji spalinowej lub mieszanej skład paliw można umieścić na terenie likwidowanego składu węgla trakcyjnego, jeśli warunki terenowe zapewniają ochronę pożarową. Składy paliw mogą być lokalizowane na niektórych stacjach zwrotnych obsługi trakcyjnej spalinowych pojazdów trakcyjnych (stacje paliwowe).
Obiekty technologiczne zespołu gospodarki olejowej mogą mieścić się w jednym lub dwóch oddzielnych budynkach na stanowisku zaopatrzenia pojazdów trakcyjnych lub wymiany olejów.
W nowo budowanych lokomotywowniach przewiduje się koncentrację obiektów technologicznych zespołu gospodarki olejowej w jednym, zblokowanym układzie budynku. Budynek powinien być zlokalizowany na linii procesu technologicznego zaopatrywania i przeglądów kontrolnych spalinowych pojazdów trakcyjnych.
Jeśli obiekty gospodarki olejowej są rozmieszczone w dwóch miejscach, wówczas powinny być spełnione następujące warunki. Stanowisko zaopatrywania pojazdów trakcyjnych w oleje napędowe, silnikowe i inne powinno być rozmieszczone przy torze kolejowym, na linii procesu technologicznego zaopatrywania i przeglądów kontrolnych spalinowych pojazdów trakcyjnych.

56 Stanowisko to powinno być wyposażone w:

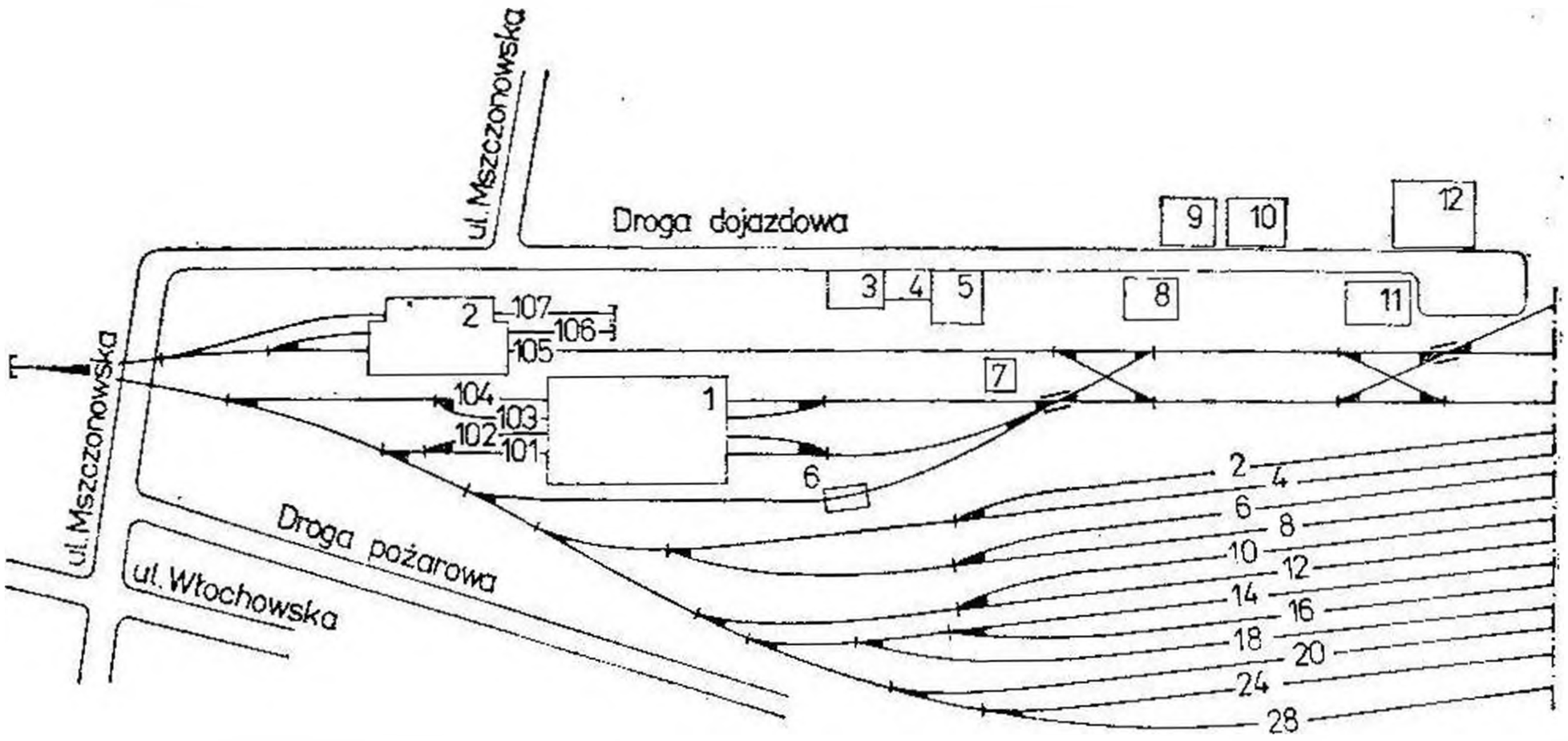
— instalacje i dystrybutory: olejów napędowych i silnikowych, wody do chłodzenia silników spalinowych,
— urządzenia do suszenia i naboru piasku,
— podręczny warsztat punktu przeglądów kontrolnych spalinowych pojazdów trakcyjnych,
— magazyny olejów silnikowych i innych wraz z pomieszczeniem do wydawania smarów i materiałów eksploatacyjnych.

Stanowisko wymiany olejów lokalizuje się w hali lokomotywowni, możliwie blisko magazynu olejów i smarów. Stanowisko to wyposaża się w:

— urządzenia do spuszczania zużytych olejów silnikowych,
— urządzenia do napełniania układów smarowania pojazdów trakcyjnych świeżymi olejami,
— magazyn olejów silnikowych.

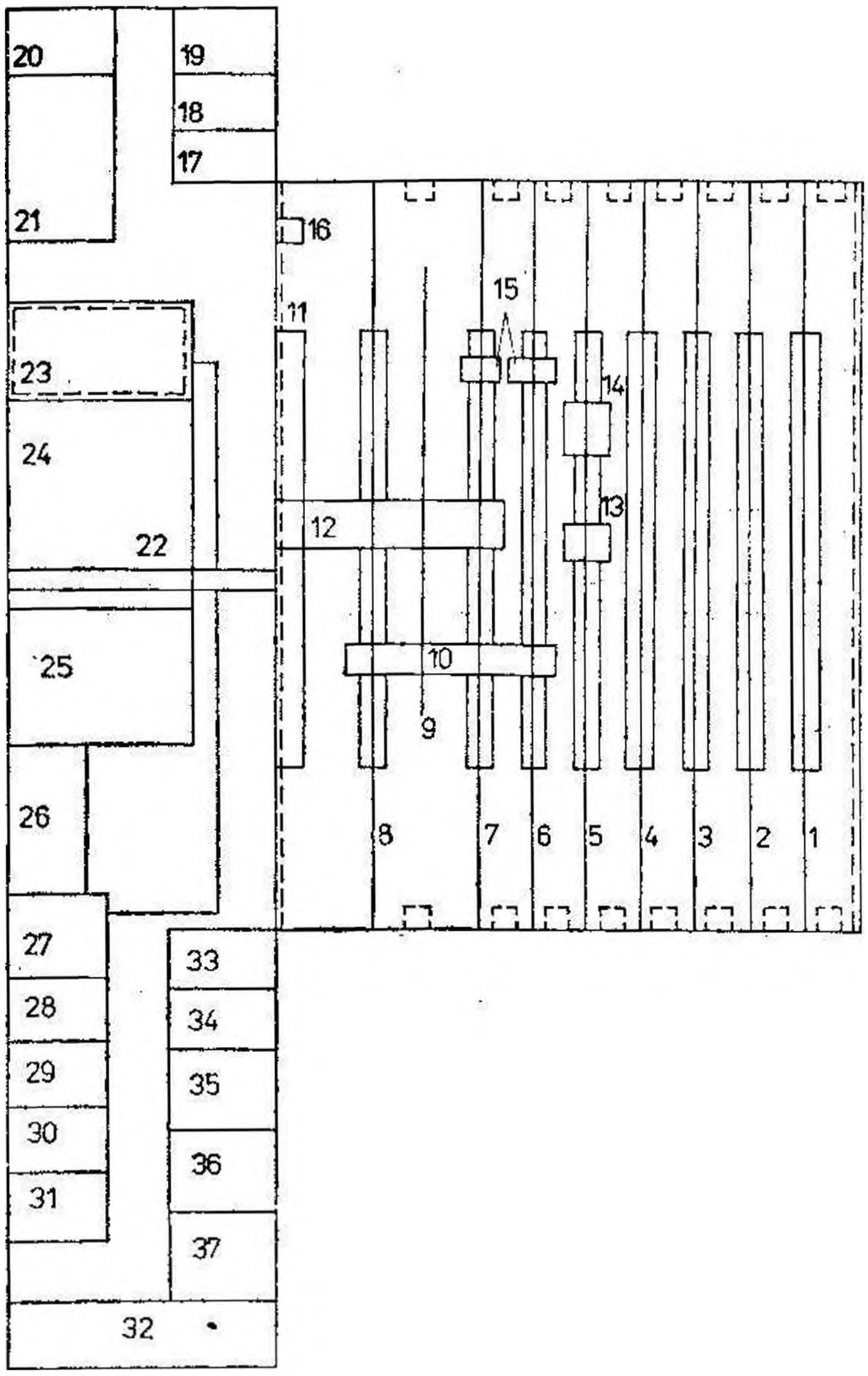
Przy adaptacji parowozowni na lokomotywownie trakcji spalinowej lub mieszanej należy wykorzystać magazyn olejów i smarów likwidowanej parowozowni na magazyn olejów silnikowych dla stanowisk zaopatrzenia pojazdów trakcyjnych i dla stanowisk wymiany olejów.

Przy projektowaniu lokalizacji obiektów gospodarki olejowej należy uwzględniać strefy sanitarne i ochronne dotyczące ujęć i źródeł wody, zgodnie z obowiązującymi przepisami. Służbę trakcji zaopatruje się w wodę z istniejących kolejowych urządzeń wodociągowych (po trakcji parowej) lub z miejskich sieci wodociągowych. Punkty zaopatrywania pojazdów trakcyjnych w wodę lokalizuje się na stanowiskach wymiany olejów i zaopatrywania pojazdów trakcyjnych (tory stacyjne, punkty kontrolne). Woda dla pojazdów trakcyjnych powinna być odpowiednio uzdatniona.



4.7. Rozmieszczenie budynków lokomotywowni

1 — hala przeglądowo-naprawcza nr *1*, *2* — hala przeglądowo-naprawcza nr *2*, *3* — magazyn pomocniczy, *4* — garaż, *5* — kotłownia, *6* — myjnia, *7* — podstacja transformatorowa, *8* — magazyn smarów, *9* — noclegownia, *10* — wagon szatnia, *11* — budynek rewidentów, *12* — budynek dyspozytora lokomotywowni

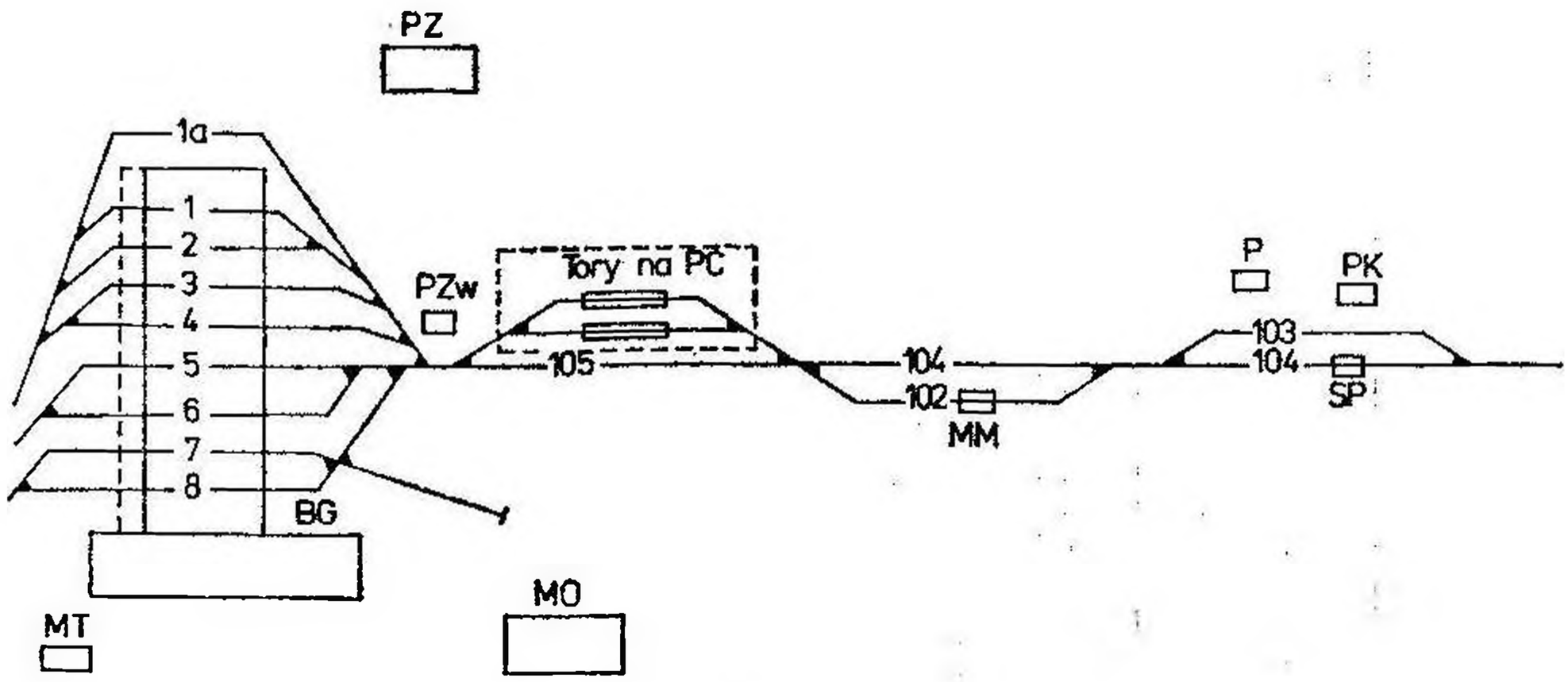


4.8. Widok ogólny lokomotywowni

1 — kanał rewizyjny z obniżonym poboczem do wykonywania (PC) i (PO), elektrycznych zespołów trakcyjnych serii EN 57 albo lokomotyw ET 22 lub ET 41, *2, 4* — kanał rewizyjny z obniżonym poboczem do wykonania (PC) i (PO) lokomotyw serii ET 22 i ET 41, *3* — kanał rewizyjny z obniżonym poboczem dla wykonania (PK) (P_1 P_2 P_3) lokomotyw spalinowych, *5* — kanał rewizyjny zwykły dla lokomotyw, które mają przetaczane zestawy kołowe (naprawy bieżące), *6* — kanał rewizyjny zwykły do wykonywania napraw bieżących i awaryjnych lokomotyw serii ET 22 i ET 41, *7* — kanał rewizyjny zwykły do wykonywania napraw bieżących i awaryjnych lokomotyw serii ET 22, ET 41 oraz elektrycznych zespołów trakcyjnych serii EN 57, *8* — kanał rewizyjny do napraw bieżących lokomotyw spalinowych, *9* — tor komunikacyjny na zapasowe lub uszkodzone zestawy kołowe z silnikami trakcyjnymi, *10* — zapadnia zestawów kołowych, *11* — skład zespołów uszkodzonych, *12* — suwnica bramowa 167/20 kN, *13* — tokarka podtorowa UGB 150, *14* — akumulatorowy pojazd trakcyjny do przepychania lokomotyw, *15* — podnośnik Kuttruffa, *16* — przetwornica wirnikowa, *17* — pomieszczenie uzdatniania wody, *18* — akumulatornia zasadowa, *19* — akumulatornia kwasowa, *20* — stanowisko do badania kotłów ogrzewczych typ WB 5, *21* — warsztat mechaniczny lokomotyw spalinowych, *22* — warsztat obróbki ręcznej, *23* — warsztat obróbki mechanicznej, *24* — warsztat regeneracji odbiorników prądu, *25* — suwnica o udźwigu 20 kN, *26* — warsztat urządzeń technicznych *27* — spawalnia i kuźnia, *28* — wypożyczalnia narzędzi, *29* — stolarnia, *30* — magazyn odzieży, *31* — kasa, *32* — przychodnia zakładowa, *33* — urządzenia elektryczne, *34* — laboratorium analiz paliw i olejów, *35* — szklarnia, *36* — warsztat napraw SHP, *37* — warsztat napraw szybkościomierzy

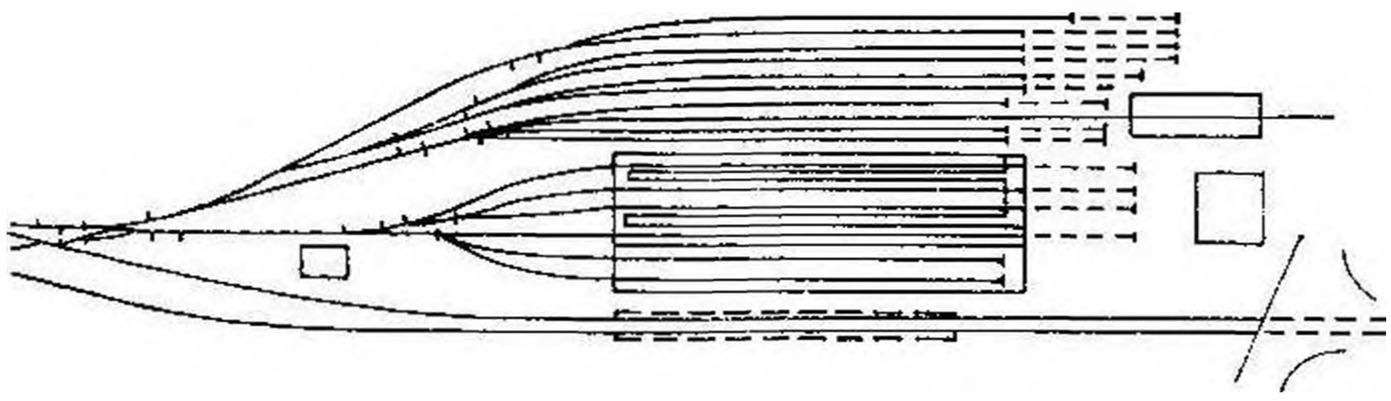
4.1.13. Przykładowe układy lokomotywowni

Na rysunku 4.7 przedstawiono rozmieszczenie budynków jednej z lokomotywowni PKP, zaś widok ogólny innej lokomotywowni PKP prezentuje rysunek 4.8, natomiast na rysunku 4.9 przedstawiono schemat hali przeglądowo-naprawczej z budynkami głównymi tej lokomotywowni.

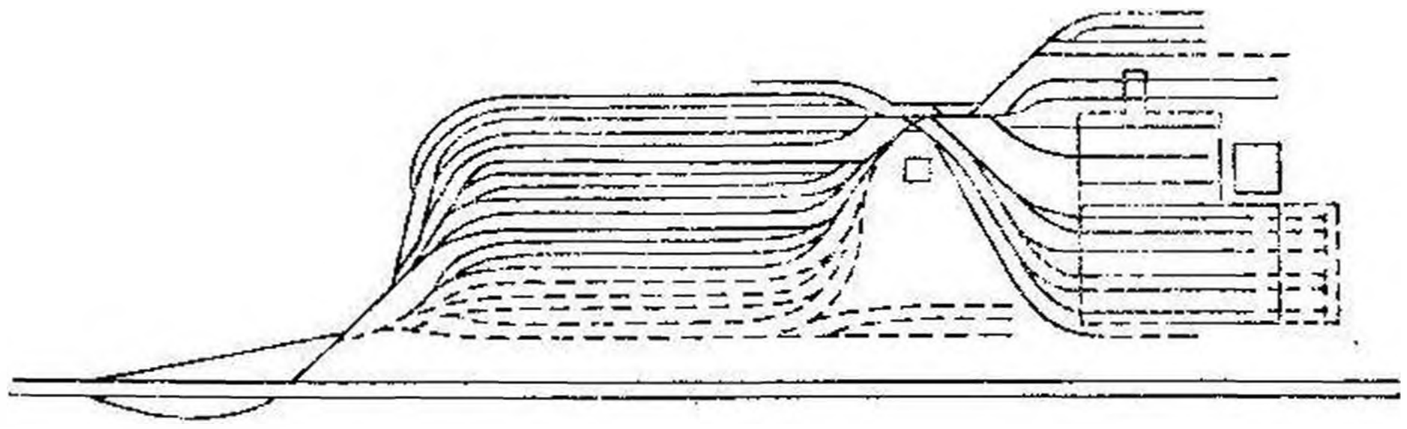


4.9. Schemat hali przeglądowo-naprawczej z budynkami głównymi lokomotywowni

1—8 — kanały rewizyjne, *PK* — punkt kontrolny, *P* — piaskownia, *SP* — stacja paliw, *MM* — myjnia mechaniczna, *PZW* — posterunek zwrotniczy, *MO* — magazyn olejów i smarów, *BG* — budynek główny, hala przeglądowa, *MT* — magazyn techniczny, *PZ* — podstacja zasilania

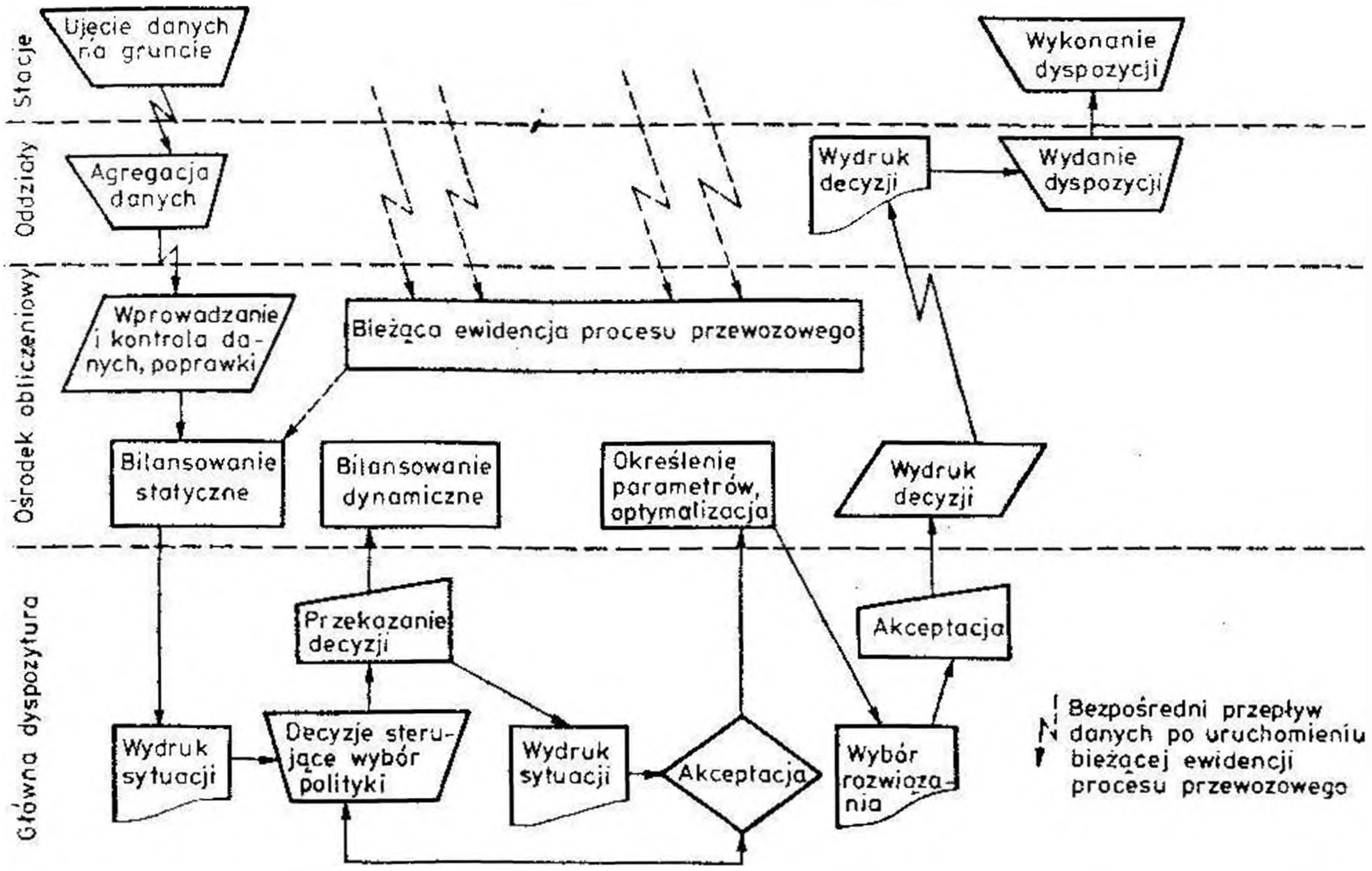


4.10
Układ lokomotywowni w Tokio [55]

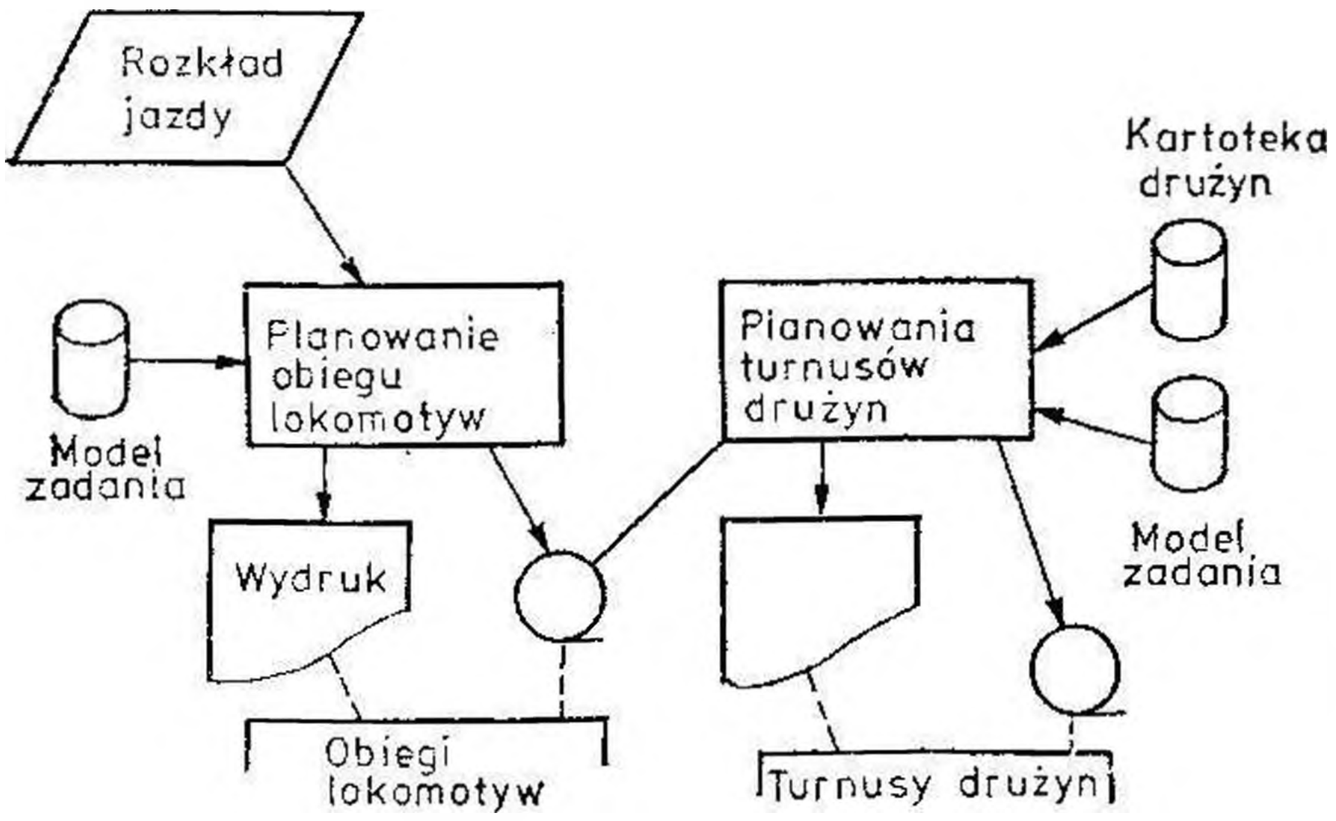


4.11
Układ lokomotywowni w Osace [55]

Hala przeglądowo-naprawcza ma 65 m długości i 57 m szerokości. Znajduje się w niej 8 kanałów rewizyjnych o długości 5 m. Oprócz wymienionych urządzeń na hali znajdują się drabiny obok kanałów, umożliwiające wejście na dach pojazdu. Drabiny mają zabezpieczenie uniemożliwiające ich użycie, gdy sieć jezdna jest pod napięciem. Sieć jezdna znajduje się nad kanałem 1, 2, 3, 4. Do kanałów rewizyjnych jest doprowadzona sieć sprężonego powietrza. Hala ma centralne ogrzewanie.



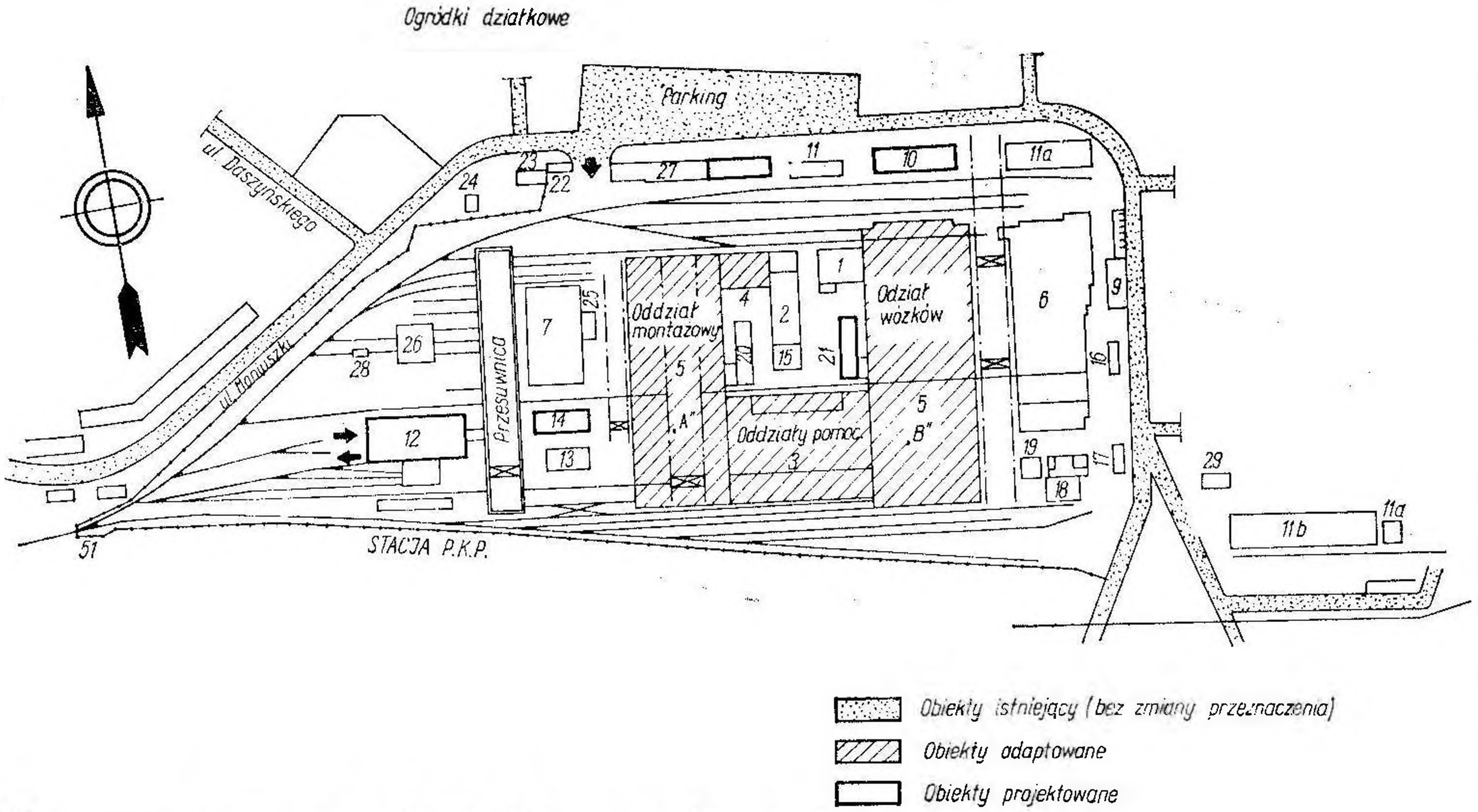
4.12. Powiązania systemu planowania obiegu lokomotyw z rozkładem jazdy i turnusami drużyn



4.13
Wzajemne powiązanie systemów optymalizacji planu przemieszczania i wyprawiania pociągów

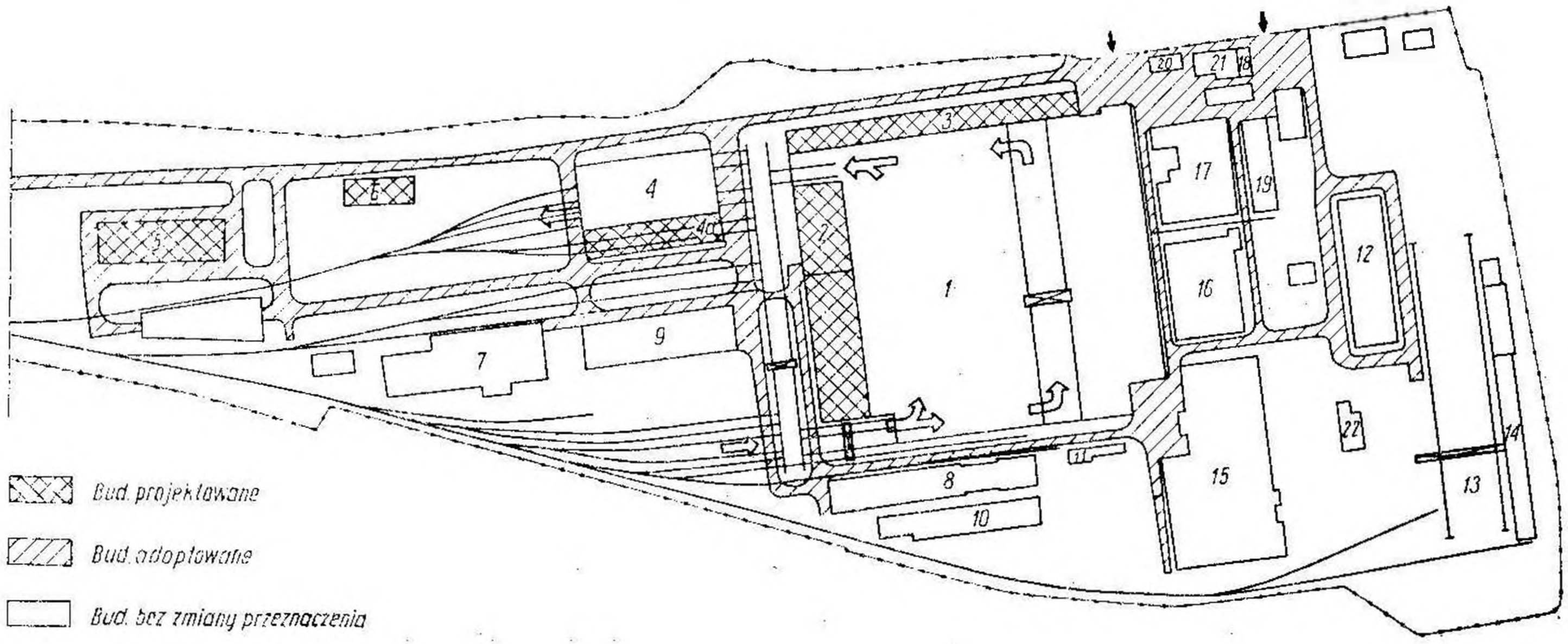
Tablica 4–1

Lokomotywownie	Adaptowane	Nowo budowane	Razem
Oddane do eksploatacji	13	6	19
W budowie	17	5	22
W projektowaniu	10	8	18
Razem	40	19	59



4.14. ZNTK Oleśnica — projekt adaptacji zakładu do napraw lokomotyw elektrycznych [22]

1 — odlewnia brązu, *2* — kuźnia, *3* — oddział mechaniczny, *4* — spawalnia, *5* — oddział montażowy *A* i *B*, *6* — kotłarnia, *7* — tendrownia, *8* — narzędziownia, *9* — odlewnia żeliwa, *10* — magazyn główny, *11* — magazyn materiałów, *11a* — magazyn, *11b* — magazyn części, *11c* — magazyn karbidu, *12* — hala prób i odbioru, *13* — obręczarnia, *14* — akumulatornia, *15* — resorownia, *16* — acetylenownia, *17* — garaż wózków akumulatorowych, *18* — kotłownia, *19* — rozdzielnia wysokiego napięcia, *20* — budynek socjalny, *21* — budynek socjalny, *22* — portiernia, *23* — budynek administracyjny, *24* — ambulatorium, *25* — remiza straży pożarnej, *26* — malarnia, *27* — budynek administracyjny, *28* — waga wagonowa, *29* — stacja zgazowania tlenu



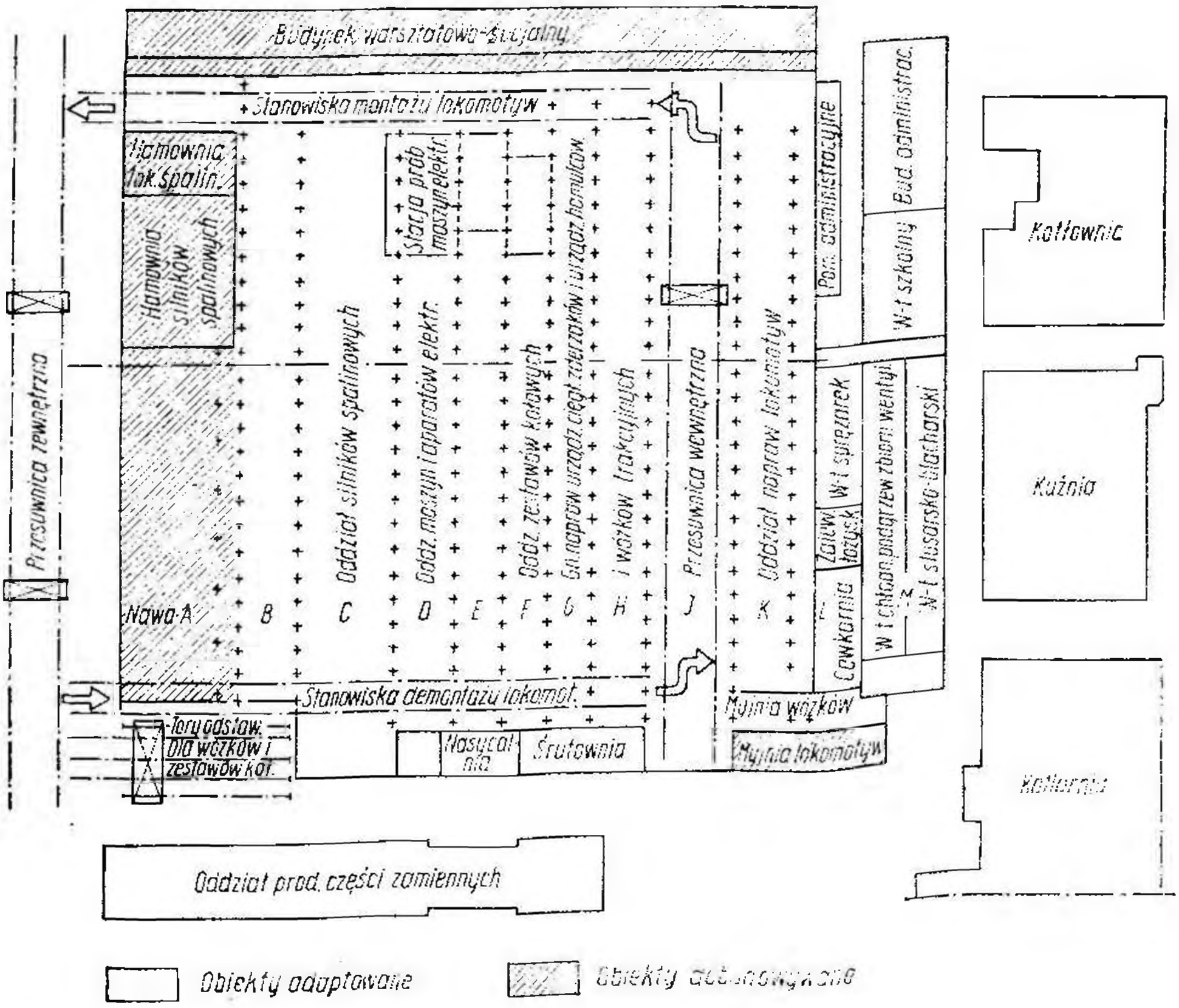
4.15. ZNTK Piła — projekt adaptacji zakładu do napraw lokomotyw spalinowych [22]

1 — hala główna, *2* — hamowanie agregatów i lokomotyw, *3* — budynek warsztatowo-socjalny, *4* — stanowisko zaopatrzenia, *5* — akumulatornia, *6* — stacja paliw, *7* — odlewnia metali, *8* — hala obróbki wiórowej, *9* — hala produkcyjna, *10, 11, 12, 13, 14* — magazyn, *15* — hala produkcyjna (konstrukcje stalowe), *16* — hale kuźni i resorowni, *17* — kotłownia technologiczna i stacja sprężarek, *18* — portiernia, *19* — pralnia, *20* — ambulatorium, *21* — szkoła zakładowa i stołówka, *22* — acetylenownia

Wydatki na obsługę i naprawę elektrycznych zespołów trakcyjnych eksploatowanych na linii Tokio–Osaka stanowią ponad 15% ogólnych wydatków eksploatacyjnych. Stąd dążenie zarządu Japońskich Kolei Państwowych do ich stałego zmniejszania. Jednym z kierunków działania było ograniczenie liczby punktów obsługi i naprawy oraz zwrócenie uwagi na techniczne wyposażenie procesu obsługi i naprawy, wpływające bezpośrednio na zmniejszenie kosztów własnych. Opracowano nowoczesny system obsług i napraw elektrycznych zespołów trakcyjnych, który przewidywał znormalizowane: przeglądy kontrolne, miesięczne, przeglądy wózków i naprawy główne.

Przeglądy są wykonywane w lokomotywowni, a naprawy główne w zakładach naprawczych taboru kolejowego. Ważne znaczenie dla ekonomicznej efektywności systemu obsługi i naprawy ma technologiczność obsługi i naprawy, zapewniona podczas konstrukcji i budowy elektrycznych zespołów trakcyjnych. W efekcie zmniejszono o ok. 15% tabor, obsługujący procesy przewozu osób. Trzeba przy tym zaznaczyć, że tabor ten jeździ z prędkością handlową 200 km/h, zapewnia duży komfort i bezpieczeństwo jazdy. Wpłynęło to zdecydowanie na tworzenie nowego systemu obsługi i napraw.

Przeprowadzenie specjalistycznych studiów i badań dotyczących podjęcia decyzji o praktycznym zastosowaniu nowego systemu wymagało dużo czasu. Z badań wynikał wniosek, że najwłaściwszą formą obsługi i naprawy są planowe naprawy po określonym



4.16. **ZNTK Piła — rozmieszczenie oddziałów w hali głównej** [22]

przebiegu zespołu trakcyjnego w kilometrach. Zapewnia to skrócenie czasu pobytu elektrycznego zespołu poza procesem przewozowym.

Lokomotywownia w Tokio mieści się obok budynku Centralnej Dyspozytury, kierującej ruchem pociągów na linii Tokio–Osaka. Obsługa i naprawa elektrycznych zespołów trakcyjnych kończących bieg w Tokio jest realizowana w lokomotywowni w Tokio (rys. 4.10) [55], a pociągów kończących bieg w Osace — w lokomotywowni w Osace (rys. 4.11) [55].

Przebieg dobowy pojedynczych elektrycznych zespołów trakcyjnych wynosi 1500–2500 km. Stąd wielka troska o stan sprawności zespołów trakcyjnych.

Powiązania systemu planowania obiegu lokomotyw z rozkładem jazdy i turnusami drużyn przedstawia rysunek 4.12. Wzajemne powiązanie systemów optymalizacji planu przemieszczania i wyprawiania pociągów przedstawia rysunek 4.13.

Na PKP stan lokomotywowni przedstawia tablica 4–1 [34]. Przykłady rozwiązań adaptacyjnych, projektowanych na PKP, ilustrują rysunki 4.14, 4.15 i 4.16 [22].

4.2. Wagonownie

4.2.1. Pojęcia podstawowe

Wagonownia — jest to jednostka administracyjna służby wagonów, sprawująca nadzór nad stanem technicznym wagonów i urządzeń zgrupowanych na określonym terenie i obejmuje zespół budynków, urządzeń i torów niezbędnych do wykonywania robót z zakresu utrzymania, obrządzania i napraw wagonów oraz urządzeń towarzyszących, takich jak: wagi wagonowe, hamulce torowe itp.

Oddział napraw wagonów — jest to komórka produkcyjna wagonowni wykonująca naprawy bieżące i przeglądy okresowe wagonów wyłączonych ze składów pociągów. W oddziałach napraw wagonów mogą być również przeprowadzane rewizje okresowe wagonów dwuosiowych krytych, węglarek i platform, jeśli wynika to z obowiązującego podziału zadań naprawczych pomiędzy wagonownie i specjalizowane zakłady naprawy taboru kolejowego.

Oddział elektrycznego oświetlenia i ogrzewania wagonów — jest to komórka produkcyjna wagonowni, wykonująca w ustalonym zakresie naprawy i przeglądy instalacji urządzeń elektrycznych wagonów osobowych, wózków akumulatorowych, latarek akumulatorowych oraz ładująca akumulatory.

Oddział urządzeń — jest to komórka usługowa wagonowni, wykonująca w ustalonym zakresie naprawy i konserwacje urządzeń i obiektów.

Oddział zamiejscowy — jest to komórka produkcyjna lub usługowa wagonowni, znajdująca się na stacji lub stacjach poza stacją macierzystą wagonowni.

Warsztaty wagonowe — lub warsztaty napraw wagonów towarowych lub osobowych, jest to zespół obiektów i urządzeń przynależnych do oddziałów napraw wagonów i oddziałów elektrycznego oświetlenia i ogrzewania wagonów.

Naprawa bieżąca wagonów — jest to naprawa wagonu wyłączonego ze składu pociągu i ustawionego na wyznaczonym stałym lub tymczasowym torze naprawczym wagonowni lub na wydzielonym torze stacyjnym.

64 **Naprawa bieżąca lekka** wagonu towarowego jest to naprawa bieżąca, wymagająca postoju wagonu na stanowisku naprawczym nie dłużej niż 4 godziny.

Naprawa bieżąca ciężka wagonu towarowego jest to naprawa bieżąca, wymagająca postoju na stanowisku naprawczym w czasie dłuższym niż 4 godziny, który w projektowaniu wagonowni należy przyjmować średnio 8 godzin.

Przegląd okresowy wagonu towarowego lub osobowego jest to zestaw czynności i zabiegów konserwacyjnych, wymagających postoju wagonu na stanowisku naprawczym, mających na celu utrzymanie wagonu we właściwym stanie technicznym. W szczególności program prac wykonywanych w ramach przeglądu okresowego, obejmuje:

a — szczegółowe oczyszczenie lub mycie wagonu, zespołów i podzespołów w zakresie niezbędnym do przeprowadzenia przeglądu,

b — wykonanie szczegółowego przeglądu całej konstrukcji wagonu i wszystkich przynależnych zespołów oraz wykonanie uzupełniających zabiegów konserwacyjnych, obejmujących przykładowo:
  — sprawdzenie zasadniczych wymiarów zestawów kołowych i przeprowadzenie badań defektoskopowych,
  — uzupełnienie smaru w maźnicach z łożyskami tocznymi,
  — przeprowadzenie szczegółowej próby hamulca przed i po przeglądzie wagonu,
  — przeprowadzenie próby działania urządzeń i instalacji elektrycznych ogrzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych oraz wodno-kanalizacyjnych,

c — usunięcie uszkodzeń, ujawnionych w czasie szczegółowego przeglądu przez naprawę lub wymianę odpowiednich podzespołów, zespołów lub części,

d — nasmarowanie wszystkich części trących oraz konserwacja części i podzespołów,

e — wykonanie niezbędnych prac malarskich będących konsekwencją ujawnionych w czasie przeglądu uszkodzeń i braków wynikających z przeprowadzonej naprawy,

f — tarowanie wagonu, przy którym wymieniono zestawy kołowe lub inne ciężkie zespoły.

4.2.2. Zadania wagonowni

Podstawowym zadaniem wagonowni jest utrzymanie wagonów osobowych i towarowych w należytej sprawności technicznej przez wykonywanie konserwacji, przeglądów i napraw bieżących wagonów oraz skierowanie ich na naprawy okresowe do specjalizowanych zakładów naprawczych taboru kolejowego.

Do zapewnienia możliwości przeglądów i napraw wagonów, należy w projekcie wagonowni przewidywać dodatkowo program usług produkcyjnych dla potrzeb warsztatów własnych i podległych punktów naprawczych, a w szczególności:

a — naprawę i produkcję niektórych części i podzespołów wagonów, w tym głównie nietypowych elementów,

b — regenerację i produkcję pomocy warsztatowych,

c — naprawę maszyn i urządzeń warsztatowych,

d — przeprowadzenie prób napięciowych instalacji elektrycznego ogrzewania dla wszystkich inwentarzowych wagonów osobowych.

Niezależnie od zadań bezpośrednio produkcyjnych, program wagonowni powinien obejmować również zadania w zakresie:

a — wykonywania usług produkcyjnych i świadczeń dla innych służb kolejowych według indywidualnie określonych potrzeb w konkretnych warunkach miejscowych, obejmujących przykładowo:
— przeglądy i naprawy bieżące wózków akumulatorowych,
— ładowanie i konserwację latarek akumulatorowych i sygnałów końcowych dla służby ruchu, rewidentów i smarowników,

b — wykonywanie robót gospodarczo-remontowych dla potrzeb własnych i podległych punktów naprawczych, w tym również wykonywanie napraw bieżących i przeprowadzenie konserwacji obiektów i budynków,

c — prowadzenie gospodarki zaopatrzeniowej wagonowni i podległych punktów naprawczych,

d — pełnienie czynności administracyjnych w zakresie zarządzania działalnością wagonowni.

W programie zadań wagonowni nie należy uwzględniać tematyki należącej do zakresu prac zakładów i służb specjalistycznych, a w szczególności:

a — napraw głównych i średnich wagonów,

b — rewizji okresowych wagonów,

c — naprawy specjalistycznych elementów, jak zaworów rozrządowych, nastawiaczy klocków hamulcowych, sprężyn ciągłowych i zderzakowych, haków i cięgieł oraz resorów,

d — rewizji okresowych zestawów kołowych na łożyskach tocznych,

c — obróbki zestawów kołowych z wymianą elementów,

f — zalewania panewek,

g — napraw głównych i średnich obrabiarek,

h — napraw głównych wózków hamulcowych,

i — remontów i utrzymania torów, dróg dojazdowych i wewnętrznych, zieleni, instalacji sanitarnych i technologicznych, elektro-energetycznych urządzeń zasilających oraz instalacji i urządzeń niskiego napięcia,

j — remontów kapitalnych budynków.

Określenie liczby planowanych napraw bieżących wagonów towarowych

Zadania wagonowni w zakresie ogólnej liczby napraw bieżących wagonów towarowych należy ustalić na podstawie liczby wagonów towarowych, przechodzących średnio na dobę przez stację w miesiącu szczytowym, przy uwzględnieniu następujących granicznych wartości zależności procentowej napraw od liczby wagonów przejeżdżających przez stację:

a — od 1 do 8% przy składach pociągów rozrządzanych na stacji, z tym, że nie mniej niż 4% w przypadku rozrządzania składów na stacjach granicznych lub portowych,

b — od 2 do 5% przy składach pociągów zestawianych na stacjach wylotowych DOKP,

c — od 1 do 3% przy składach pociągów wyładowywanych na stacjach bez rozrządzania,

d — od 0,3 do 1,2% przy składach pociągów przejeżdżających tranzytowo przez stację.

Wartość wskaźnika procentowego należy określić w zależności od warunków miejscowych pracy stacji i intensywności pracy wagonów, przy uwzględnieniu następujących wytycznych:

a — w zależności od stosowanej metody pracy manewrowej, najmniej uszkodzeń wagonów występuje przy rozrządzaniu płaskim, nieco więcej przy rozrządzaniu z górki rozrządowej z zastosowaniem hamulców torowych, a najwięcej uszkodzeń wagonów występuje przy rozrządzaniu z górki rozrządowej bez hamulców torowych,

b — liczba uszkodzeń wagonów wzrasta w miarę wzrostu stopnia mechanizacji prac ładunkowych,

c — przy większych odległościach punktów napraw lub rewizji technicznej wagonów od stacji macierzystej wagonowni, liczba niezbędnych napraw bieżących ulega wzrostowi,

d — na liniach kolejowych, na których intensywność wykorzystania wagonów charakteryzuje się lepszym współczynnikiem obrotu i przebiegu dobowego, wskaźnik procentowy określający liczbę napraw wagonów jest wyższy.

W ogólnej liczbie napraw bieżących wagonów towarowych określonej w programie pracy wagonowni, należy przewidywać 20–25% napraw ciężkich i 75–80% napraw lekkich.

Określanie liczby planowanych napraw bieżących wagonów osobowych

Liczbę napraw bieżących wagonów osobowych należy ustalić na podstawie stanu liczbowej wagonów osobowych potrzebnych dla ruchu lokalnego oraz wagonów osobowych obsługujących ruch dalekobieżny ze składów pociągów kończących jazdę na stacji.

Określenie liczby napraw wagonów osobowych, obsługujących ruch lokalny wynika z założenia, że każdy wagon będzie wyłączany ze składu pociągu do naprawy bieżącej 3 razy w ciągu roku. Zgodnie z tym dobową liczbę napraw bieżących wagonów osobowych ruchu lokalnego należy przyjmować w wysokości 1% ogólnego stanu inwentarzowego tych wagonów.

Liczbę dobową napraw wagonów osobowych ruchu dalekobieżnego należy przyjmować w wysokości 0,5% ogólnej liczby wagonów (własnych i obcych) ze składów pociągów dalekobieżnych kończących jazdę na stacji.

Określenie liczby planowanych przeglądów okresowych wagonów towarowych

Liczbę przeglądów okresowych wagonów towarowych przekazywanych planowo do naprawy okresowej wyższego rzędu, należy ustalić przy założeniu konieczności przeprowadzenia obowiązkowo 2 przeglądów w okresie międzynaprawczym (3 lata). Zgodnie z tym stwierdzeniem projektowaną dobową liczbę przeglądów okresowych tych wagonów należy przyjmować równą 0,22% liczby wagonów przynależnych do obsługi w danej wagonowni.

Liczbę przeglądów okresowych wagonów towarowych nie podlegających obowiązkowi

napraw okresowych wyższego rzędu (np. wagony gospodarcze) ustala się przy założeniu wykonywania obowiązkowego przeglądu okresowego w każdym roku. Na tej podstawie projektowaną dobową liczbę przeglądów okresowych tych wagonów przyjmuje się w wysokości 0,33% liczby omawianych wagonów przynależnych do obsługi w danej wagonowni.

Określanie liczby planowanych przeglądów okresowych wagonów osobowych

Liczbę planowanych przeglądów okresowych wagonów osobowych należy ustalać na podstawie stanu inwentarzowego tych wagonów, przy uwzględnieniu następujących zależności procentowej liczby przeglądów od stanu inwentarzowego:

a — dla wagonów piętrowych 2,65%

b — dla pozostałych wagonów osobowych przy obowiązującym okresie międzynaprawczym:

— rocznym 1,00%

— półrocznym 0,65%

Dla zespołów w zakresie wyposażenia wagonów w urządzenia elektryczne przewiduje się następujące przeglądy okresowe:

a — miesięczne przeglądy baterii akumulatorowych,

b — kwartalne przeglądy wszystkich pozostałych zespołów.

Urządzenia i instalacje ogrzewania elektrycznego wymagają następujących przeglądów okresowych:

a — przeglądy sezonowe przed i po sezonie ogrzewczym,

b — przeglądy dwutygodniowe w okresie ogrzewczym,

c — przeglądy miesięczne w okresie letnim.

Niezależnie od zadań w zakresie przeglądów okresowych, należy w programie zadań oddziałów elektrycznego oświetlenia i ogrzewania wagonów, przewidywać również codzienne przeglądy międzypociągowe stanu urządzeń ogrzewczych i wykonywania drobnych napraw bieżącego utrzymania tych urządzeń bez wyłączenia wagonów ze składu pociągów.

4.2.3. Podział obiektów wagonowni

Określanie podstawowych obiektów wagonowni

Program rzeczowy wagonowni obejmuje następujące podstawowe obiekty lub zespoły obiektów ze stanowiskami przewidzianymi do wykonywania:

a — napraw bieżących wagonów towarowych,

b — napraw bieżących wagonów towarowych w zakresie ograniczonym tylko do napraw lekkich,

c — przeglądów okresowych wagonów towarowych,

d — napraw bieżących i przeglądów okresowych wagonów osobowych,

e — dla akumulatorni,

f — napraw i konserwacji oświetlenia elektrycznego i ogrzewania wagonów osobowych,

g — napraw urządzeń wagonowych.

68 Hale wagonowe typu przemysłowego wraz z warsztatami podręcznymi, należy planować uwzględniając następujące stanowiska naprawcze lub przeglądowe:

a — naprawę bieżących ciężkich wagonów towarowych,

b — przeglądy okresowe wagonów towarowych,

c — naprawę bieżących wagonów osobowych,

d — wykonywanie prób napięciowych ogrzewania elektrycznego wagonów osobowych.

Hale naprawcze wagonów lub tory zewnętrzne, planuje się zależnie od zakresu zadań i warunków miejscowych dla następujących stanowisk naprawczych lub przeglądowych:

a — dla napraw bieżących lekkich wagonów towarowych: naprawy te występują obok napraw bieżących ciężkich,

b — dla przeglądów okresowych wagonów osobowych.

Dla stanowisk napraw bieżących wagonów towarowych w zakresie ograniczonym tylko do napraw lekkich, stosuje się wyłącznie zewnętrzne tory postojowe.

Klasyfikacja wagonowni

W zależności od zakresu wykonywanej pracy i związanej z tym liczby stanowisk przeglądowo-naprawczych rozróżnia się wagonownie małe, średnie, duże i bardzo duże.

Obiekty zaplecza technicznego wagonowni

Program obiektów zaplecza technicznego wagonowni przewiduje:

a — warsztaty pomocnicze, które powinny być usytuowane przy odpowiednich halach naprawczych,

b — pomieszczenia administracyjno-socjalne wagonowni, które rozmieszcza się w pobliżu hali przeglądowo-naprawczej,

c — punkty zaplecza warsztatowego usytuowane przy stanowiskach na wydzielonych torach, pracujące w pełnej kooperacji z warsztatami pomocniczymi,

d — uzupełniające lokalne pomieszczenia higieniczno-sanitarne dla pracowników, zatrudnionych w obrębie wydzielonych torów,

e — sieć instalacji elektroenergetycznej, sprężonego powietrza i innych w zależności od potrzeb danej wagonowni.

4.2.4. Organizacja naprawy i przeglądów wagonów

Określanie liczby i przepustowości stanowisk naprawczych

Projekt technologiczny wagonowni powinien uwzględniać zastosowanie następującego systemu napraw i przeglądów:

a — system stanowiskowy — do wykonywania napraw bieżących wagonów osobowych lub towarowych,

b — system potokowy z przestawieniem wagonów na poszczególne wyspecjalizowane stanowiska — do wykonywania przeglądów okresowych wagonów.

Liczbę niezbędnych stanowisk naprawczych lub przeglądowych w wagonowni należy określić według następującego wzoru:

$$f = \frac{N \cdot t}{a \cdot n \cdot R} \tag{4.8}$$

gdzie:

f — liczba stanowisk [front robót],

N — liczba wagonów przewidywanych do naprawy lub przeglądu na dobę,

t — przeciętny czas postoju wagonu podczas naprawy lub przeglądu [h],

a — czas pracy jednej zmiany [h],

n — liczba zmian pracy w dobie,

R — współczynnik rytmiczności pracy, który w zależności od warunków lokalnych należy przyjmować w wysokości od 0,80 do 0,95.

Zdolność przepustową stanowisk przeglądowo-naprawczych, dla określonego frontu robót (liczba stanowisk) należy określić według następującego wzoru:

$$p = \frac{f \cdot d \cdot a \cdot n \cdot R}{t} \tag{4.9}$$

gdzie:

p — zdolność przepustowa [liczba wagonów rocznie],

f — front robót [liczba stanowisk],

a — czas pracy jednej zmiany [h],

n — liczba zmian pracy w dobie,

d — liczba dni roboczych w roku,

t — przeciętny czas postoju wagonu podczas naprawy lub przeglądu [h],

R — współczynnik rytmiczności pracy.

Długość taktu linii potokowej dla wykonywania przeglądów okresowych wagonów należy obliczać oddzielnie dla wagonów osobowych i oddzielnie dla wagonów towarowych według następującego wzoru:

$$c = \frac{a \cdot n}{N} \tag{4.10}$$

gdzie:

c — długość (czas) taktu [h],

a — czas pracy jednej zmiany [h],

n — liczba zmian pracy w dobie,

N — liczba wagonów przewidywanych do przeglądu w ciągu doby.

Czas postoju wagonu w przeglądzie okresowym wykonywanym systemem potokowym należy obliczać według następującego wzoru:

$$t = c \cdot f \tag{4.11}$$

gdzie:

t — czas postoju wagonu w przeglądzie [h],

c — długość (czas) taktu linii potokowej [h],

f — liczba stanowisk linii potokowej.

Do obliczeń technologicznych należy przyjmować następujący czas postoju wagonów na stanowiskach naprawczych:

a — dla wagonów towarowych:

— przy naprawie bieżącej lekkiej — 4 h,

— przy naprawie bieżącej ciężkiej — 8 h,
— przy przeglądzie okresowym — 8 h,

b — dla wagonów osobowych:
— przy naprawie bieżącej — 8 h,
— przy przeglądzie okresowym — 8 h,
w tym:
— przy gruntownym oczyszczeniu okresowym — 3 h.

Zmianowość pracy i pracochłonność napraw

Projekt technologiczny wagonowni zakłada następującą zmianowość pracy:

a — 2 zmiany dla pracy na stanowiskach naprawczo-przeglądowych w hali naprawczej lub na wydzielonych torach zewnętrznych,

b — 2 lub 3 zmiany, w zależności od programu produkcji, w warsztatach obróbki zestawów kołowych,

c — 1 lub 2 zmiany w pozostałych warsztatach podręcznych, w zależności od zakresu zakładanych usług produkcyjnych i kooperacji.

W przypadku braku szczegółowych danych dotyczących typów wagonów przewidzianych do naprawy i przeglądu w wagonowni, należy w projekcie przyjmować następujące pracochłonności przeciętne:

a — dla naprawy bieżącej:
— wagonów towarowych — 8,5 h,
— wagonów osobowych — 10,0 h

b — dla przeglądów okresowych
— wagonów towarowych — 40,0 h,
— wagonów osobowych — 10,0 h.

4.2.5. Układ torowy wagonowni

W celu zaspokojenia potrzeb oddziału napraw wagonów przewiduje się budowę torów o następującym przeznaczeniu:

a — tory dla wagonów oczekujących na naprawę,
b — tory naprawcze i przeglądowe,
c — tory dla wagonów po naprawie,
d — tory objazdowe i komunikacyjne,
e — tory wyciągowe,
f — tory wagowe,
g — tory dla magazynowania zestawów kołowych,
h — tory magazynowe.

Usytuowanie, liczby oraz długości użytkowe torów powinny wynikać z uzasadnienia opartego na zakresie programu usługowego oraz powierzchni wagonowni i warunków miejscowych zabudowy terenu.

Długość torów potrzebna do zmagazynowania zestawów kołowych należy ustalić według następującego wzoru:

$$l = 0{,}7 \cdot n \cdot t \cdot k + 5 \text{ m} \qquad (4.12)$$

gdzie:

l — długość toru do magazynowania zestawów [m],

n — dobowa liczba zestawów kierowanych do naprawy do specjalizowanych własnych zakładów naprawczych, sąsiednich wagonowni lub zakładów naprawczych typu przemysłowego,

t — przeciętny czas magazynowania zestawów [dni],

k — współczynnik nierównomierności ($k = 1{,}25$),

0,7 — współczynnik korygujący przy magazynowaniu zestawów na torze podwójnym,

5 m — długość toru potrzebna do manipulacji.

Długość torów dla wagonów oczekujących na naprawę, wynikająca z obliczeń technologicznych, przeprowadzonych dla zakładanego programu, powinna być powiększona o dodatkową długość — obliczoną dla 50% dobowej liczby napraw i przeglądów.

4.2.6. Lokalizacja wagonowni

Lokalizacja wagonowni powinna zapewnić optymalne w danych warunkach i szczególnie dogodne oraz krótkie połączenie torowe wagonowni taboru ze stacją towarową, a wagonowni taboru osobowego ze stacją osobową.

Obiekty oddziału napraw wagonów osobowych rozmieszcza się na terenie stacji postojowej, w rejonie torów obrządzeniowych lub wspólnie z halą obrządzeniową.

Obiekty wagonowni towarowej zaleca się lokalizować w rejonie grupy torowej kierunkowej lub kierunkowo-objazdowej stacji rozrządowej z umożliwieniem bezpośredniego rozrządzania wagonów oczekujących na naprawę.

4.2.7. Wymiary stanowisk przeglądowo-naprawczych

Stanowiska przeglądowo-naprawcze wagonów

W przypadku braku szczegółowego rozeznania typów wagonów przewidywanych do naprawy w wagonowni, należy przyjmować w projekcie następujące przeciętne długości stanowisk:

a — dla wagonów osobowych (poza piętrowymi) — 25,0 m,

b — dla wagonów towarowych — 14,5 m,

Pomiędzy zderzakami 2 sąsiednich wagonów podstawianych do naprawy należy projektować odstęp o długości nie mniejszej niż 1,0 m.

Ogólna długość każdego z torów w hali naprawczej nie powinna przekraczać:

a — długości 5 stanowisk naprawczych w hali przelotowej,

b — długości 2 stanowisk naprawczych w hali nieprzelotowej.

Przy projektowaniu stanowisk, na których przewiduje się wywiązywanie wózków wagonowych i zestawów kołowych, należy poza długością podstawową uwzględniać dodatkowo:

a — odcinek toru do ustawienia wywiązanych i zmienianych wózków wagonowych i zestawów kołowych, przyjmując na każdy zestaw długość 1,3 m i na każdy wózek wagonowy — długość 5,0 m,

b — odcinek rezerwowy, umożliwiający ustawienie nad gniazdem zapadni każdego kolejnego zestawu kołowego wagonu.

Stanowisko przeglądowo-naprawcze zestawów kołowych

Budowę stanowiska przeglądowo-naprawczego zestawów kołowych należy zaplanować tylko w wagonowniach III i IV klasy w hali przeglądowo-naprawczej lub w warsztacie obróbki zestawów kołowych w zasięgu pracy suwnicy.

Długość stanowiska zestawów kołowych należy przyjmować jako wielokrotność liczby ustawionych zestawów kołowych.

Odległość osi toru stanowiska zestawów kołowych od wewnętrznej płaszczyzny ściany lub gabarytu sąsiadujących urządzeń, należy przyjmować minimum 2,5 m.

Stanowiska przeglądowo-naprawcze dachów wagonów towarowych

Stanowiska przeglądowo-naprawcze dachów wagonów towarowych należy projektować jako stanowiska przeglądowo-naprawcze wagonów z dodatkowym uwzględnieniem podłużnych pomostów stałych, dla których należy przyjmować następujące wymiary gabarytowe:

a — odległość słupa podporowego pomostu od osi toru: 3,0 do 3,5 m,

b — wzniesienie pomostu nad główką szyny: 3,5–4,0 m,

c — odległość krawędzi pomostu od osi toru: 1,6 m.

W celu umożliwienia połączenia komunikacyjnego pomostów podłużnych w jednym poziomie, należy przewidywać przynajmniej jeden pomost poprzeczny przesuwny, umożliwiający wjazd i wyjazd wagonu.

Odległość między zderzakami wagonów ustawionych na stanowisku naprawy dachów, powinna wynosić minimum 2,5 m.

4.2.8. Wymagania w zakresie obiektów torowych i drogowych

Nawierzchnia kolejowa

Tory zewnętrzne na terenie wagonowni należy projektować wykorzystując szyny typu średniego (z zaleceniem stosowania szyn staroużytecznych) na podkładach betonowych i podsypką żwirową. Układanie torów kolejowych na kanałach rewizyjnych należy uwzględniać w projekcie wyłącznie według obowiązujących typowych rozwiązań. Przy projektowaniu układów torowych na terenie wagonowni obowiązują wytyczne techniczne i przepisy projektowania kolei zakładowych.

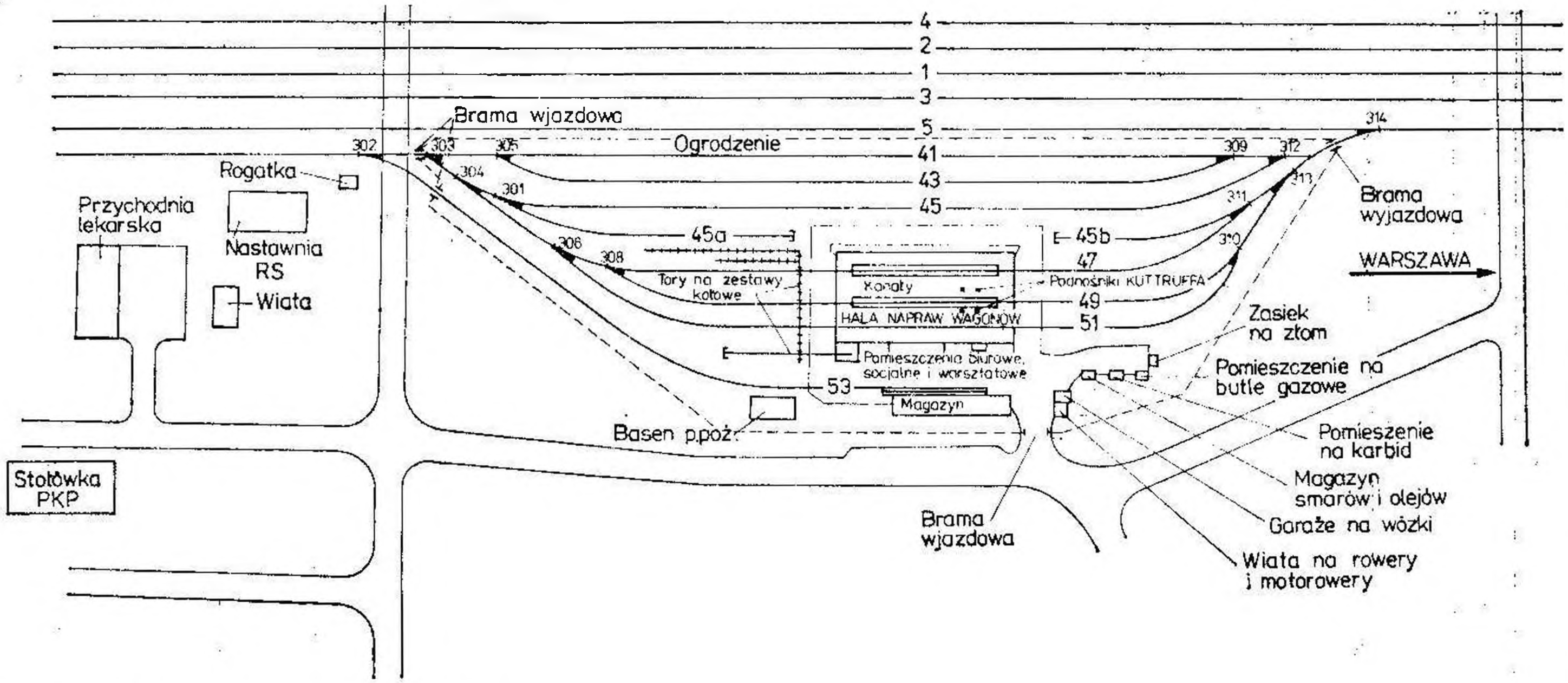
Drogi kołowe i dla pieszych

Międzytorza stanowisk naprawczych zewnętrznych powinny być przystosowane do wykorzystania jako utwardzone drogi komunikacyjne dla wózków akumulatorowych.

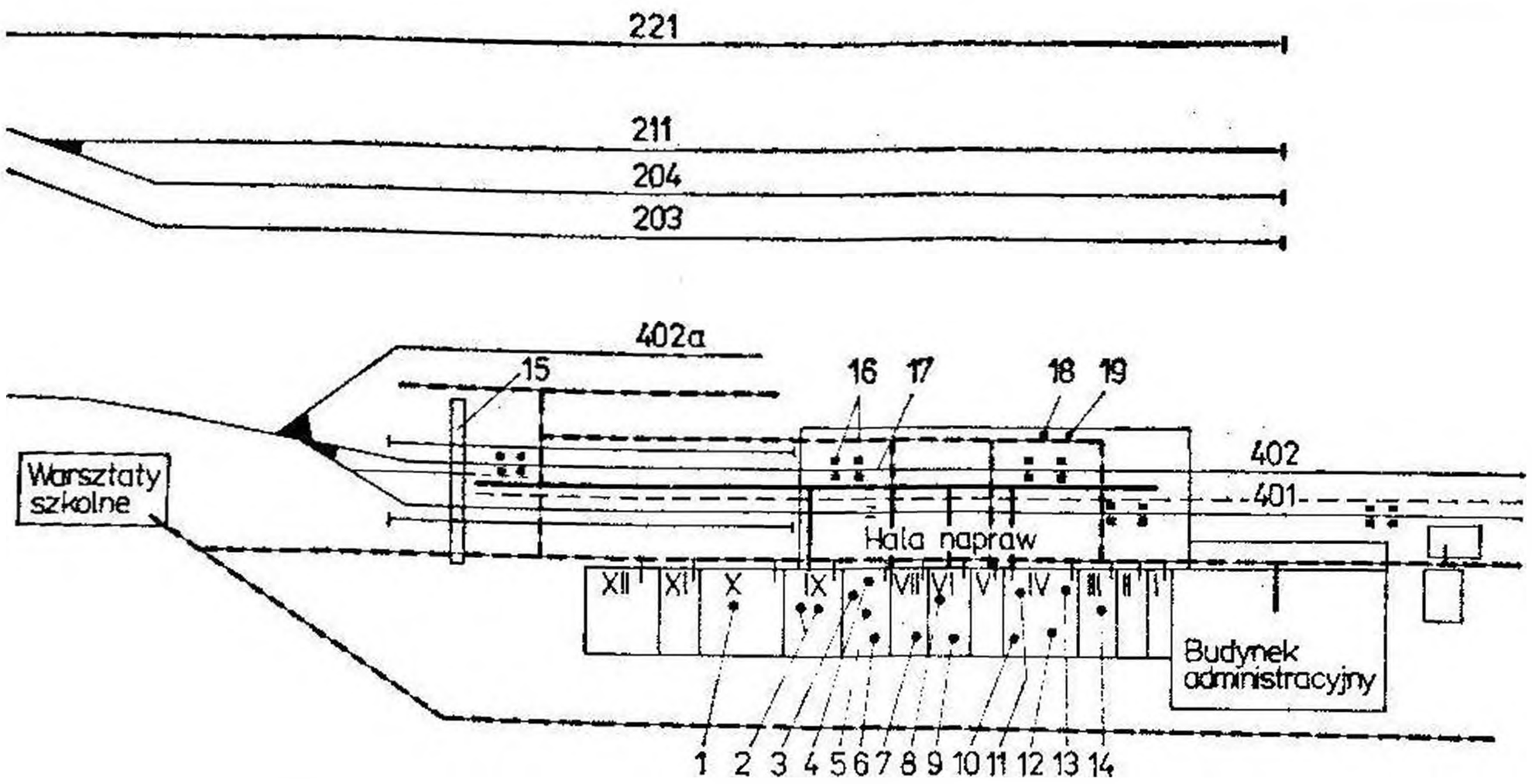
Drogi ogólnotransportowe wagonowni w rejonach oddziału napraw wagonów projektuje się dla jednego pasma ruchu o nawierzchni twardej, szerokości 3,50 m.

Układ dróg na terenie wagonowni powinien zgodnie z ogólnie obowiązującymi przepisami zabezpieczenia przeciwpożarowego, uwzględniać szczególnie:

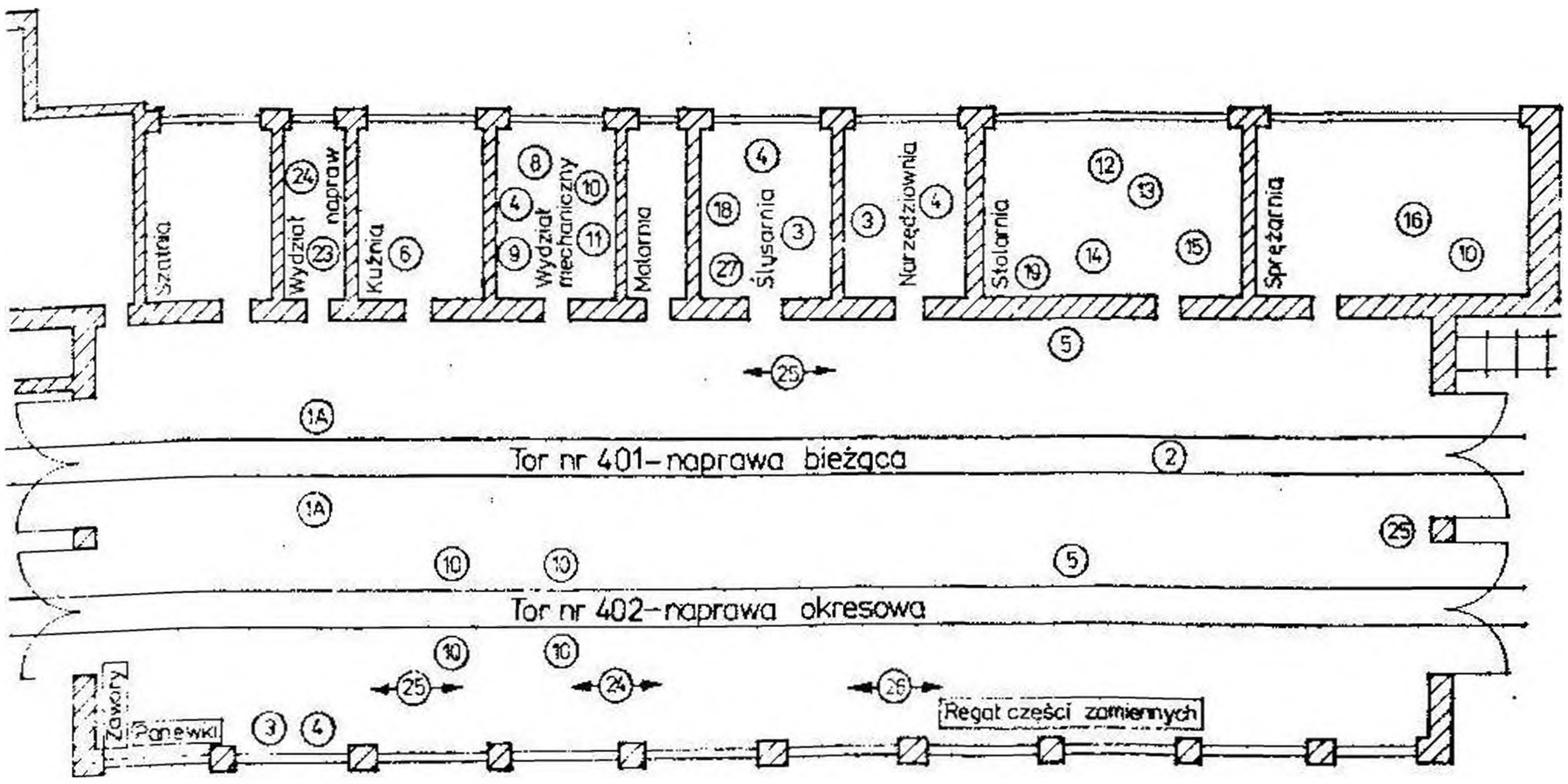
a — zachowanie, co najmniej, szerokości 3,60 m dla dróg prowadzących do poszczególnych budynków wagonowni,



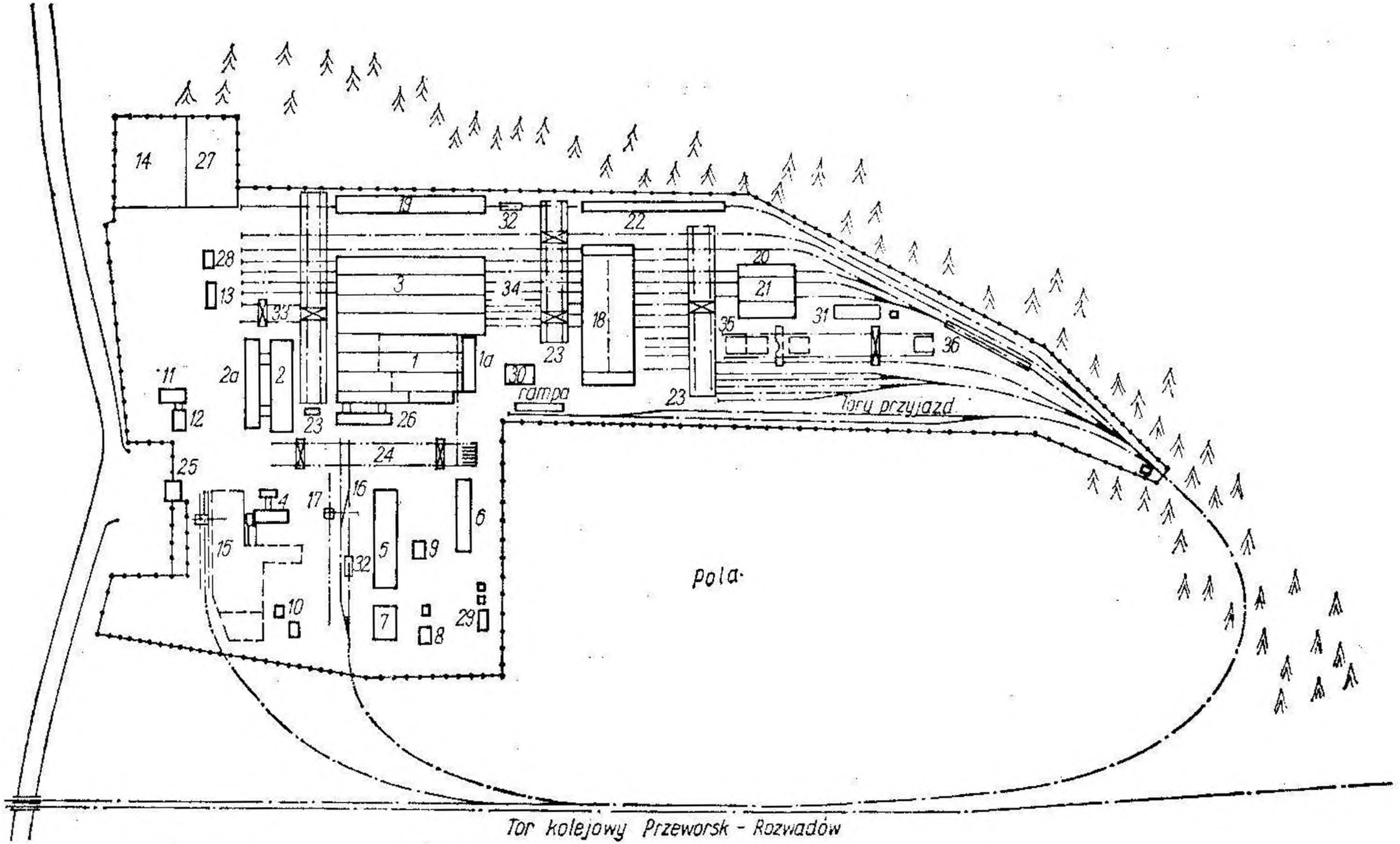
4.17. Plan sytuacyjny wagonowni I klasy



4.18. Plan wagonowni

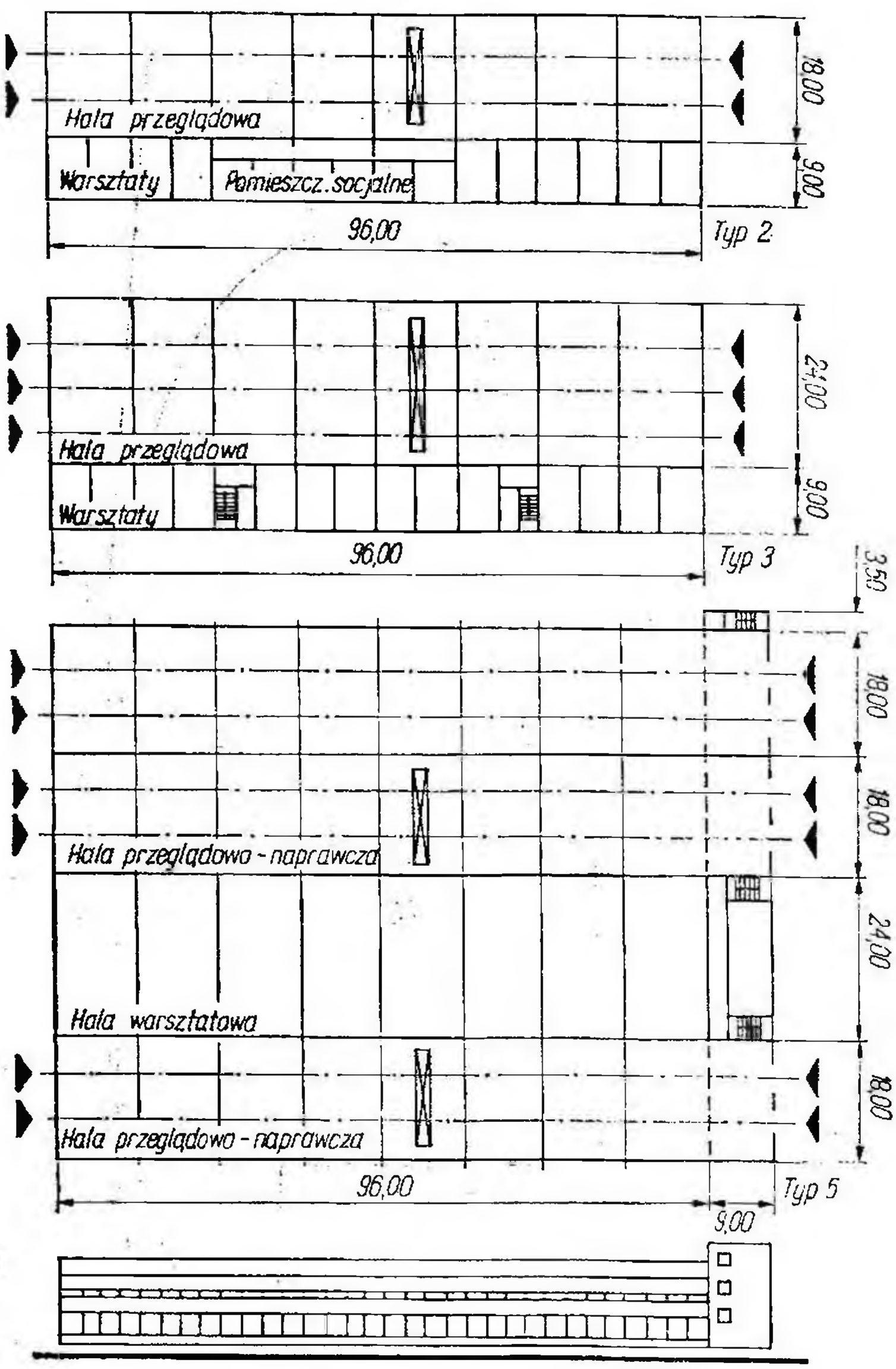


4.19. Szkic hali napraw wagonowni



4.20. Projekt zakładu naprawczego wagonów towarowych w Gniewczynie [22]

1 — hala napraw podzespołów, *2* — hala oddziału usługowego, *3* — hala napraw wagonów, *4* — kotłownia, *5* — magazyn główny, *6* — zajezdnia wózków akumulatorowych, *7* — wiata magazynowa, *8* — magazyn materiałów łatwo palnych, *9* — wiata samochodowa, *10* — stacja wodociągowa, *11* — budynek administracyjny, *12* — stołówka, *13* — sprężarkowania, *14* — oczyszczalnia biologiczna, *15* — skład opału, *16* — tory magazynowe, *17* — żuraw, *18* — hala demontażowo-naprawcza, *19* — malarnia wagonów, *20* — myjnia wagonów, *21* — stolarnia i st. demont. drewna, *22* — wiata odbioru końcowego, *23* — przesuwnice wagonów, *24* — estakada magazynowa, *25* — portiernia, *26* — budynek socjalno-administracyjny, *27* — podyszcz ścieków przemysłowych, *28* — tlenownia, *29* — acetylenownia, *30* — magazyn farb, *31* — magazyn tarcicy, *32* — wagi wagonowe, *33* — park zestawów kołowych, *34* — tory odstawcze wózków wagonowych, *35* — magazyn odpadów i złomu, *36* — stacja usuwania resztek



4.21. Budynki główne wagonowni towarowych [93, 28]

a — rzuty, *b* — elewacje, *c* — przekroje

b — zabezpieczenie odległości (nie mniejszych niż 5 m i nie większych od 25 m) krawędzi jezdni dróg, od budowli dla umożliwienia wykorzystywania dróg dojazdowych potrzebnych do celów przeciwpożarowych.

Należy dążyć do zapewnienia krzyżowania się dróg z torami kolejowymi pod kątem 90°, przewidując zawsze w miejscu krzyżowania nawierzchnię drogową w poziomie główki szyny.

Drogi komunikacyjne zewnętrzne wyłącznie dla pieszych powinny mieć utwardzoną nawierzchnię o szerokości minimum 1,0 m.

Obecnie na PKP jest 250 wagonowni. Rysunek 4.17 przedstawia plan sytuacyjny wagonowni I klasy, zaś na rysunkach 4.18 i 4.19 pokazano plan oraz szkic hali napraw jednej z wagonowni PKP. Projekt zakładu naprawczego wagonów towarowych w Gniewczynie przedstawia rysunek 4.20 [22], natomiast budynki główne wagonowni towarowych przedstawia rysunek 4.21 [28, 93].

Aktualnie na PKP nazwa wagonownia jest zastępowana nazwą — Zakład Taboru (MT). Występuje również zjawisko łączenia lokomotywowni i wagonowni w Zakłady Taboru.

5

Stacje osobowe i postojowe

5.1. Ogólna charakterystyka stacji osobowych

Stacje położone w wielkich ośrodkach miejskich i przemysłowych charakteryzują się bardzo dużą frekwencją podróżnych w ruchu dalekobieżnym, miejscowym i podmiejskim. W związku z tym zachodzi potrzeba całkowitego rozdzielenia urządzeń do obsługi ruchu pasażerskiego i urządzeń obsługujących ruch towarowy. W takich przypadkach powstają stacje obsługujące wyłącznie ruch pasażerski, zwane stacjami osobowymi. Ruch towarowy jest przeniesiony wtedy do odrębnych stacji ładunkowych i rozrządowych, usytuowanych przeważnie na skraju miast.

Duże stacje osobowe są położone w dużych miastach i wielkich węzłach kolejowych. Zakres pracy tych stacji obejmuje:

— bezpośrednią obsługę podróżnych, polegającą na sprzedaży biletów (rys. 5.1), przyjmowaniu, przechowywaniu i wydawaniu podręcznego bagażu, a także na zapewnieniu podróżnym informacji, odpoczynku i wyżywienia,

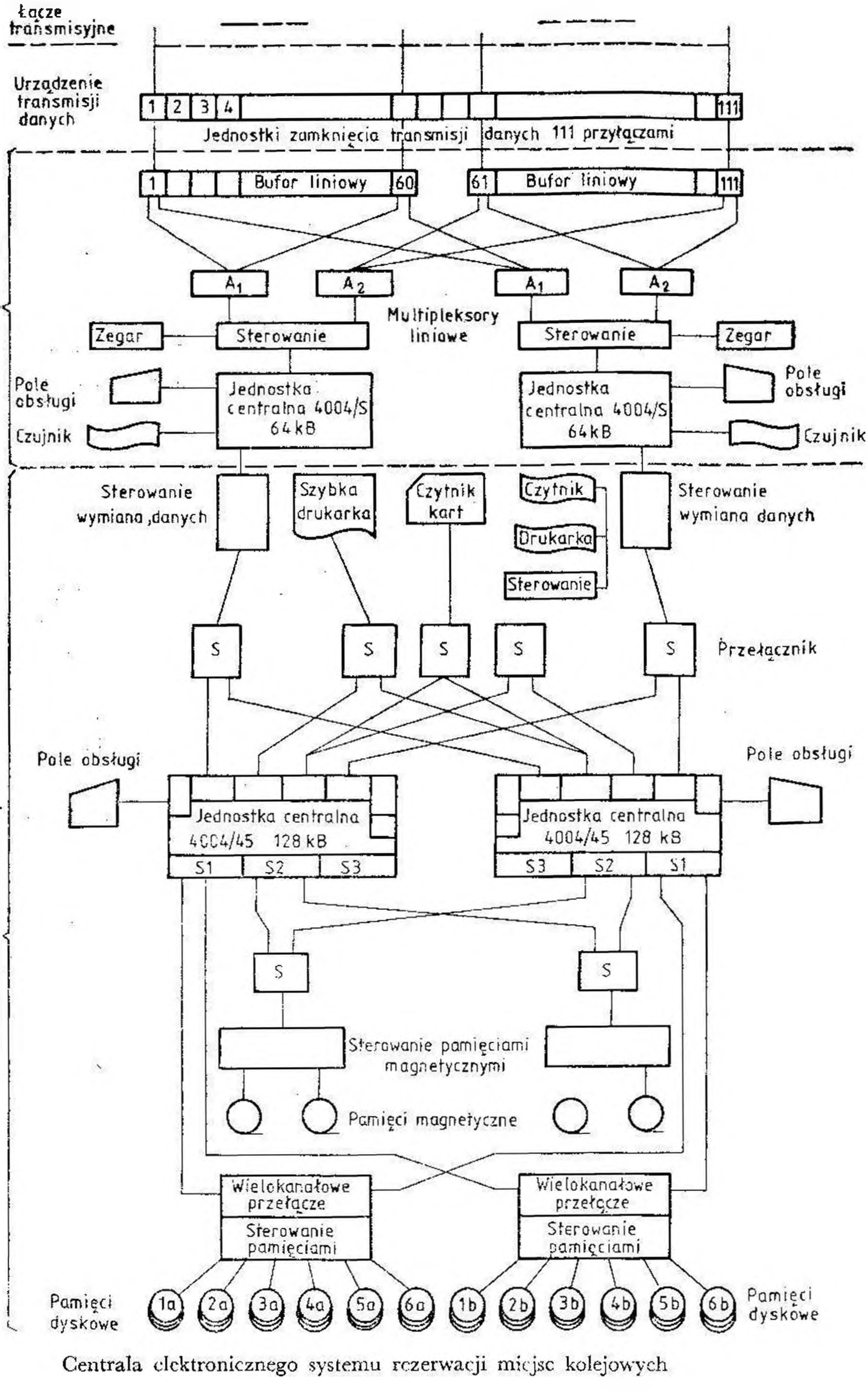
— przyjmowanie do przewozu bagażu, przesyłek ekspresowych i poczty oraz ich załadunek, wyładunek i przechowywanie,

— prowadzenie ruchu pociągów, polegające na przyjmowaniu i wyprawianiu pociągów pasażerskich, zmianie lokomotyw i drużyn pociągowych, odczepianiu i doczepianiu wagonów oraz przerabianiu, oględzinach technicznych i przygotowywaniu składów pociągów do jazdy.

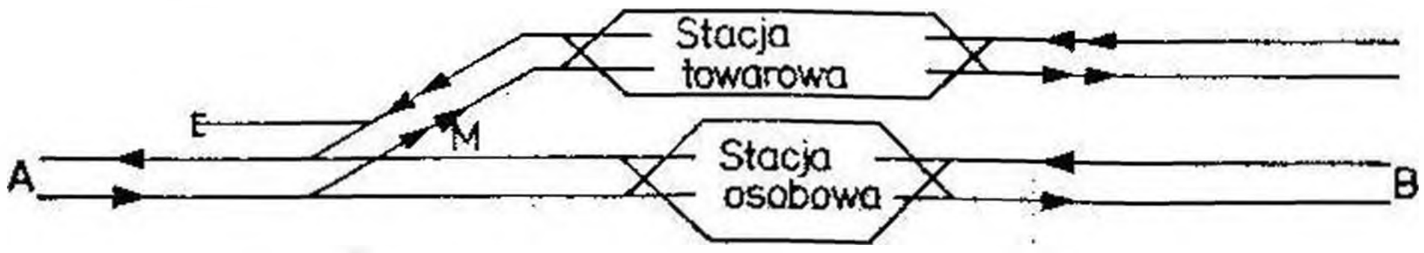
Duże stacje osobowe są przeważnie stacjami węzłowymi, położonymi w miejscu, gdzie zbiega się kilka linii kolejowych. Stacje te muszą być przygotowane do jednoczesnego przyjmowania i wyprawiania pociągów z różnych linii. Do wykonania tego zadania stacje muszą mieć odpowiednią liczbę torów głównych i peronów oraz właściwy układ podejść i włączeń torów poszczególnych linii do stacji.

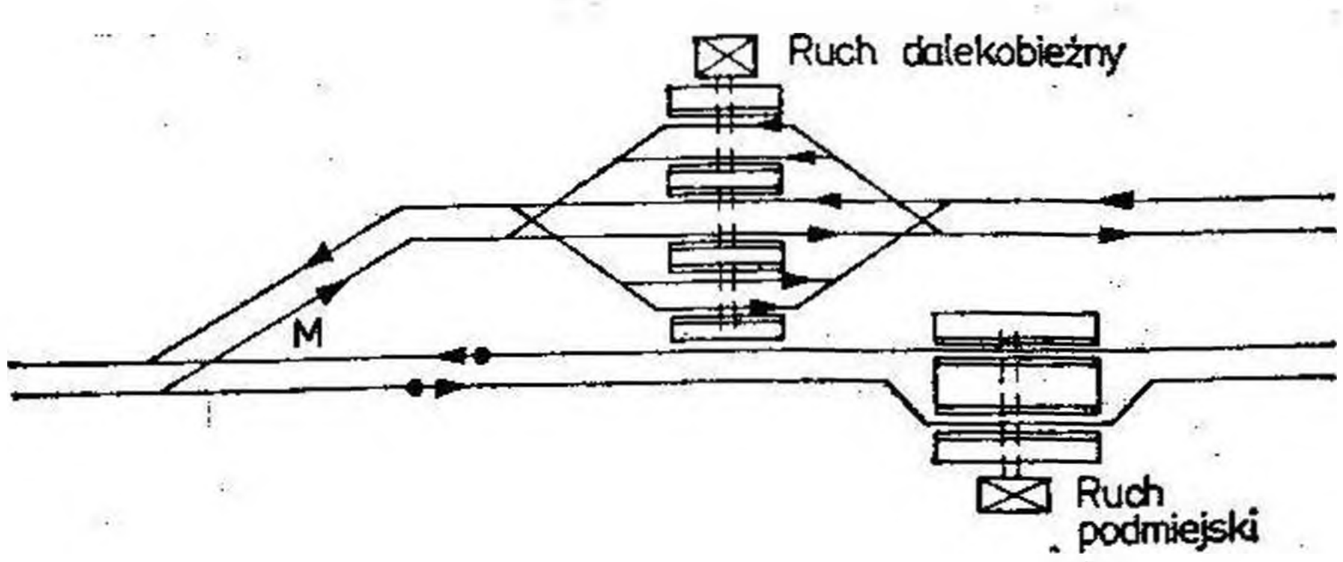
Na podejściach do stacji zachodzi konieczność oddzielenia torów głównych dla ruchu pasażerskiego od torów głównych dla ruchu towarowego oraz torów ruchu dalekobieżnego i podmiejskiego. Rozdzielenie ruchu można uzyskać przez zastosowanie układu liniowego (rys. 5.4) lub kierunkowego (rys. 5.2).

W układzie liniowym tory tego samego rodzaju ruchu obu kierunków są usytuowane obok siebie. W układzie kierunkowym tory jednego kierunku lecz obu rodzajów, biegną obok siebie.

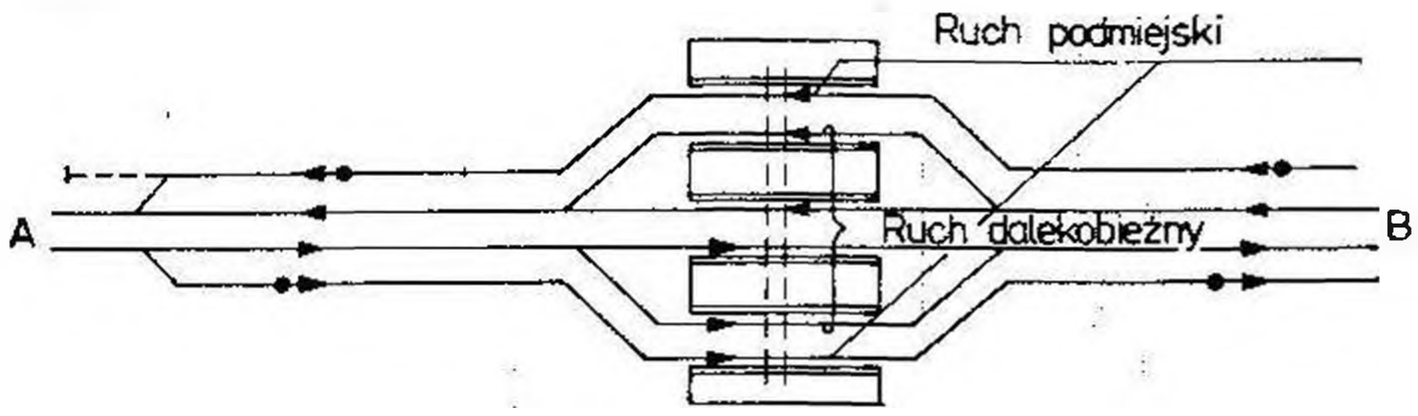


5.1. Centrala elektronicznego systemu rezerwacji miejsc kolejowych





5.2
Rozdzielenie ruchu w układzie liniowym

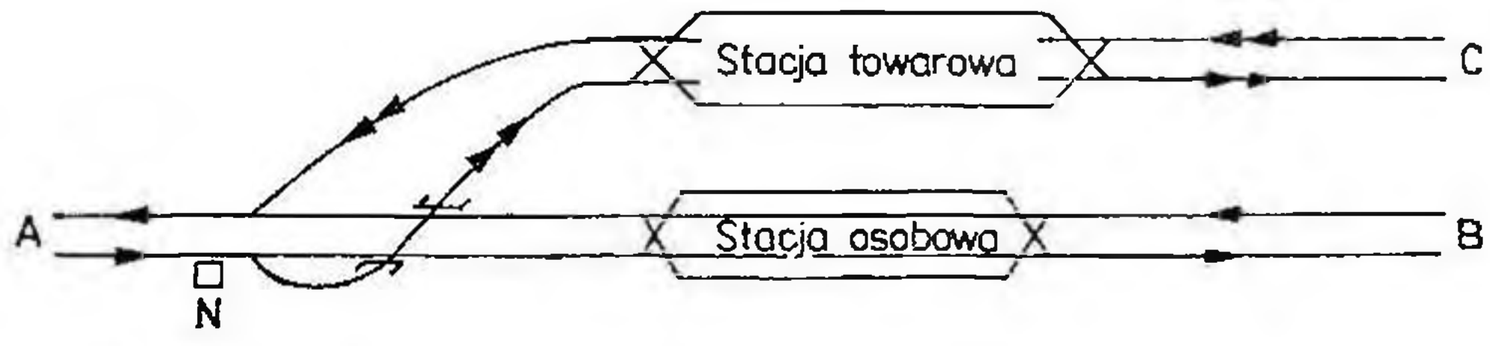


5.3
Oddzielenie ruchu dalekobieżnego od podmiejskiego w układzie kierunkowym

Przy zastosowaniu układu kierunkowego nie występuje niedogodność, polegająca na krzyżowaniu się przebiegów pociągów wjeżdżających i wyjeżdżających. Niedogodności tej w układzie liniowym można uniknąć, stosując skrzyżowanie w dwóch poziomach za pomocą jednego lub kilku wiaduktów (rys. 5.4). Budowa wiaduktu wymaga wydłużenia podejść do stacji i ewentualnie urządzenia dodatkowych posterunków ruchu.

Duże stacje osobowe współpracują ściśle ze stacjami postojowymi, na których wykonywane są wszystkie czynności związane z przygotowaniem składu pociągu pasażerskiego do jazdy.

Na stacjach osobowych granicznych, usytuowanych na styku kolei o różnych szerokościach toru, powinny znajdować się urządzenia do wymiany zestawów wózków kołowych. Ponadto na stacjach granicznych wykonuje się czynności w zakresie odprawy paszportowo-celnej podróżnych co wymaga odpowiednich rozwiązań konstrukcji dworców i peronów.



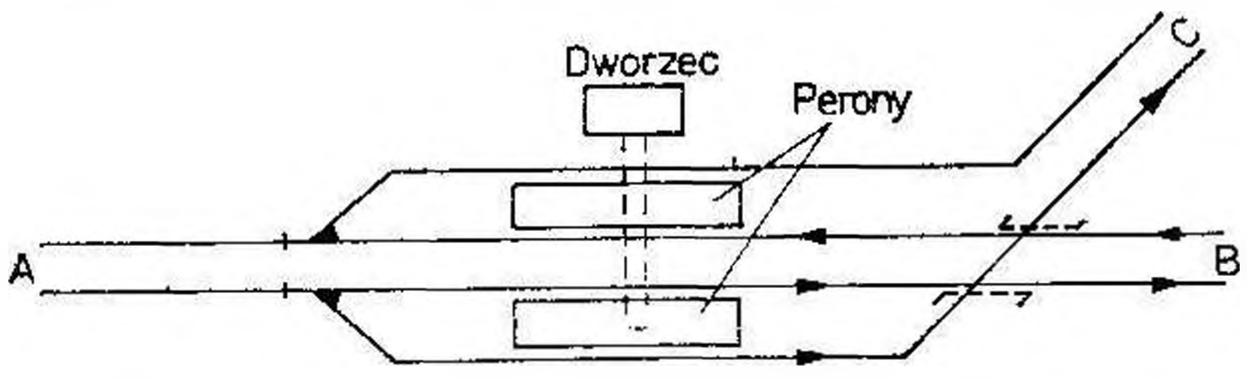
5.4. Oddzielenie ruchu towarowego od pasażerskiego w układzie liniowym przy zastosowaniu skrzyżowania torów w różnych poziomach

5.2. Układy torów stacji osobowych 81

Rozróżnia się trzy rodzaje stacji osobowych: stacje o układzie przechodnim, stacje o układzie czołowym oraz stacje o układzie czołowo-przechodnim.

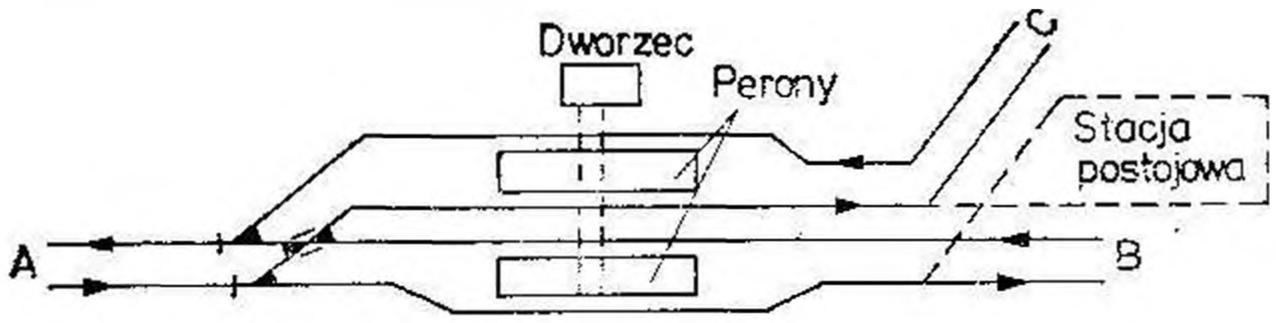
Stacje o układzie przechodnim

Zasadniczą cechą stacji osobowych typu przechodniego jest układ torów głównych, pozwalający na przejazd pociągów przez stację bez zmiany kierunku ruchu. Główną zaletą tego rozwiązania jest duża zdolność przepustowa i bezpieczeństwo ruchu przy wyjeździe pociągów na tory peronowe i dlatego ten typ stacji wymaga dla tej samej liczby pociągów zbudowania mniej torów i peronów niż stacja w układzie czołowym.
Liczba i układ torów głównych na dużych stacjach osobowych typu przechodniego są uzależnione od liczby linii dochodzących do stacji, natężenia ruchu na tych liniach oraz natężenia ruchu przekazywanego z jednej linii na inne. Przy zbiegu dwóch linii dwutorowych stacja może mieć układ widłowy lub krzyżowy. Tory doprowadza się do peronów w układzie kierunkowym lub liniowym.
Stacja widłowa powstaje w przypadku, w którym ta sama stacja dla jednej linii jest przechodnia, a dla drugiej linii — końcowa. Stacja krzyżowa powstaje wtedy, gdy dla obu zbiegających się linii dana stacja jest stacją przechodnią.

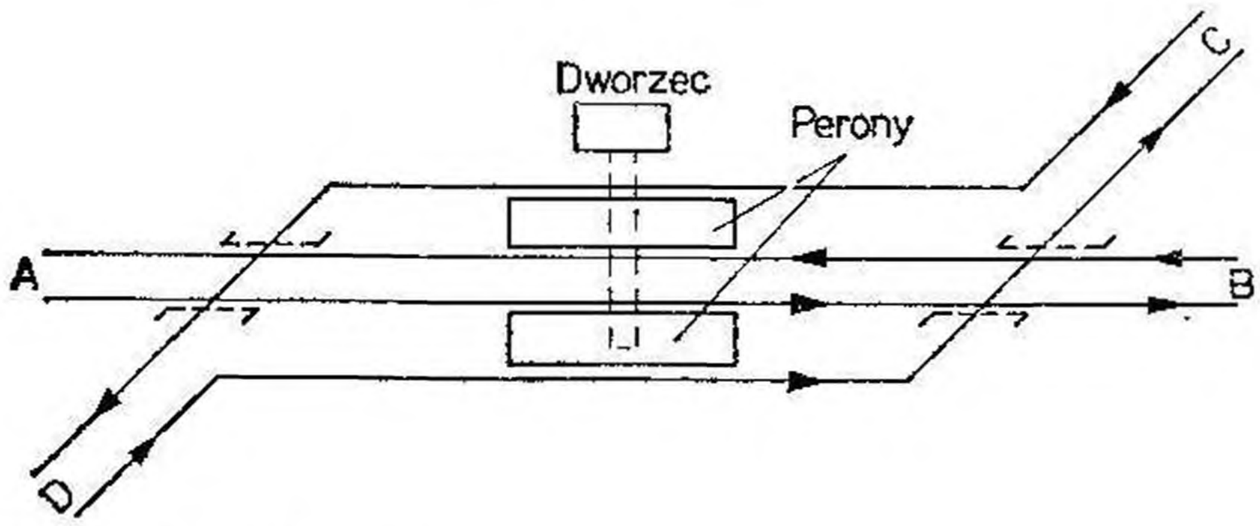


5.5
Stacja widłowa o kierunkowym układzie torów peronowych

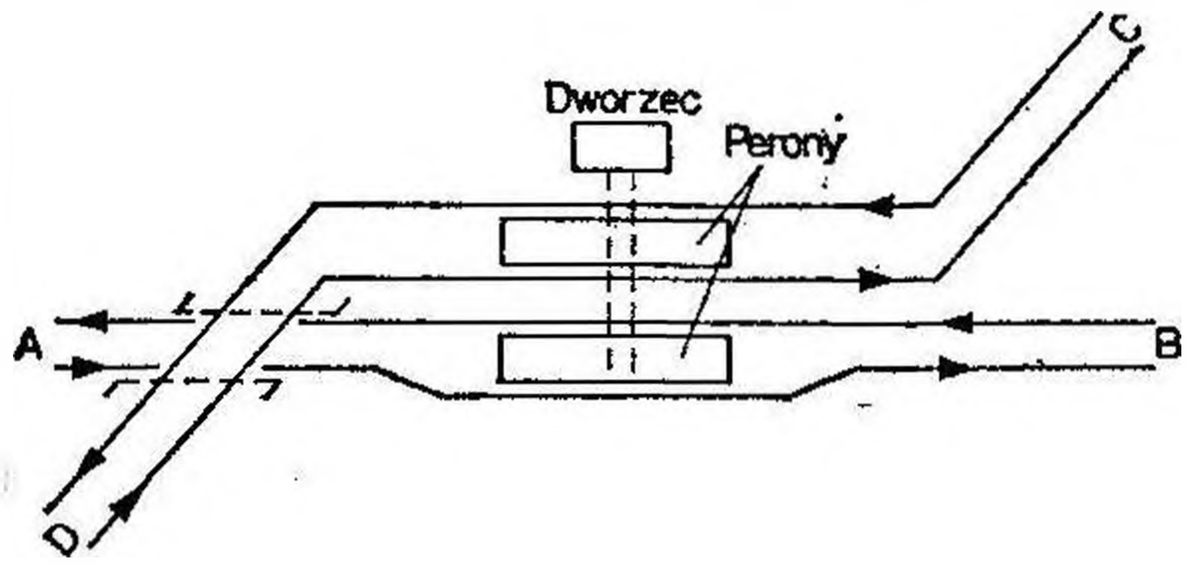
Stacja widłowa w układzie kierunkowym (rys. 5.5) ma na obu liniach tory tego samego kierunku, leżące obok siebie. W tym przypadku po jednej stronie stacji konieczne jest wybudowanie wiaduktu dla jednego toru linii bocznej nad obydwoma torami linii głównej. Stacja widłowa w układzie liniowym (rys. 5.6) charakteryzuje się usytuowaniem obok siebie torów każdej linii dwutorowej.



5.6
Stacja widłowa o liniowym układzie torów peronowych



5.7
Stacja krzyżowa o kierunkowym układzie torów peronowych



5.8
Stacja krzyżowa o liniowym układzie torów peronowych

Stacja krzyżowa o kierunkowym układzie torów peronowych (rys. 5.6) ma na obu końcach wiadukty jednotorowe, nad torami głównymi drugiej linii. Stacja krzyżowa o liniowym układzie torów (rys. 5.8) wymaga zastosowania tylko jednego wiaduktu, ale dwutorowego, nad torami głównymi drugiej linii. Na rysunkach 5.5 do 5.7 przedstawiono jedynie układy torów, natomiast układy rozjazdów zależą od warunków przejazdu pociągów z jednej linii na drugą.

Wybór układu kierunkowego lub liniowego zależy od natężenia i kierunku ruchu na stacji węzłowej. Układ kierunkowy jest zalecany dla stacji, na których pociągi przechodzą z jednej linii na drugą bez zmiany kierunku ruchu. Zastosowanie układu liniowego jest wskazane wówczas, gdy pociągi na stacji nie przechodzą z jednej linii na drugą, albo gdy tego rodzaju ruch jest ograniczony. Układ liniowy jest także odpowiedni wtedy, gdy bardzo małe natężenie ruchu pozwala na skrzyżowanie torów głównych szlakowych w jednym poziomie. Należy jednak unikać skrzyżowania torów przyjazdowych obu linii w jednym poziomie.

Stacje o układzie czołowym

Na stacjach czołowych tory peronowe są zakończone kozłami oporowymi, wskutek czego pociągi przybywające na stację muszą zmieniać na niej kierunek ruchu. Stacje czołowe mogą być krańcowe lub pośrednie. Zaletą układu czołowego stacji jest:

— możność wprowadzania linii kolejowej do centrum większego miasta,
— dogodność dla podróżnych ze względu na łatwą dostępność do peronów i dużą przejrzystość układu stacji, bez potrzeby chodzenia po tunelach i schodach, jeżeli tory są usytuowane w poziomie placu przeddworcowego.

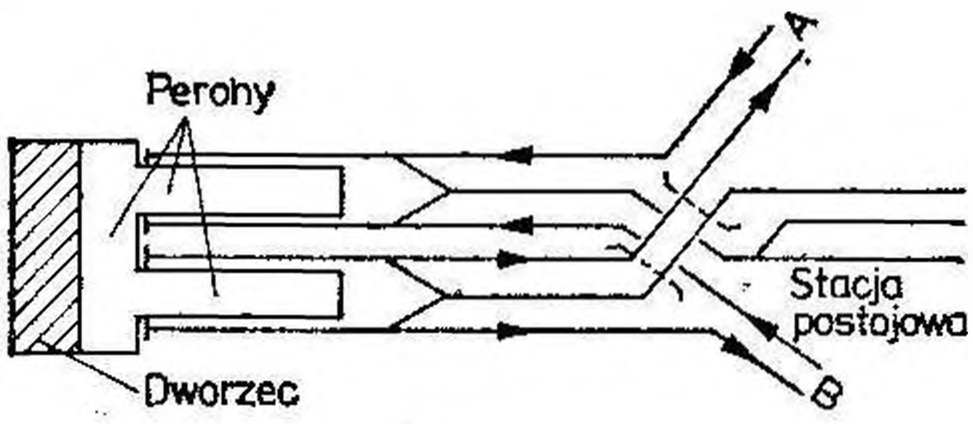
Układ czołowy ma jednak wady, a mianowicie:

— utrudnienie pracy stacji, wynikające z potrzeby wyprowadzenia lokomotyw znajdujących się przed kozłami oporowymi na torach peronowych,
— trudności wynikające z potrzeby zmiany czoła pociągów tranzytowych,
— konieczność budowy większej liczby torów i peronów ze względu na mniejszą ich przepustowość,
— zmniejszenie bezpieczeństwa ruchu wskutek występowania znacznej liczby przecięć przebiegów pociągów przy wjeździe do stacji,
— znaczne zwiększenie zakresu pracy manewrowej na stacji i liczby potrzebnych lokomotyw manewrowych.

Składy pociągów kończących jazdę na stacji przetacza się lokomotywę manewrową

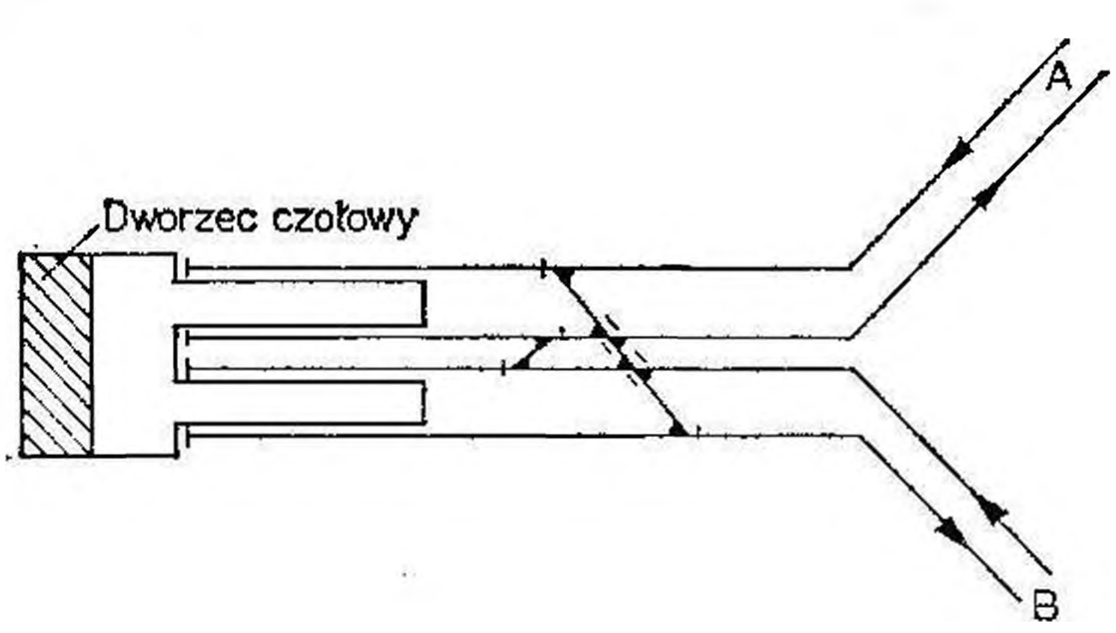
z torów peronowych na tory postojowe, zwalniając w ten sposób tor peronowy dla lokomotywy pociągowej. Skład pociągu podstawiany z torów postojowych na tor peronowy odjazdowy jest popychany od tyłu lokomotywą manewrową.

Na stacjach czołowych pociągi przyjmuje się na jednych torach, a wyprawia z innych, z wyjątkiem pociągów podmiejskich trakcji elektrycznej, które wyprawia się z tego samego toru, na który zostały przyjęte.



5.9
Stacja czołowa o kierunkowym układzie torów głównych

Jeżeli do stacji czołowej dochodzą dwie linie, to ich tory główne mają zwykle układ kierunkowy (rys. 5.9). Pomiędzy torami głównymi znajdują się tory postojowe, doprowadzane do stacji bezkolizyjnie, tak jak tory główne. Schemat stacji czołowej przy zbiegu dwóch linii z liniowym układem torów głównych przedstawiono na rysunku 5.10. W tym przypadku nie można uniknąć przecięć przejazdów wyjeżdżających i przyjeżdżających.



5.10
Stacja czołowa o liniowym układzie torów głównych

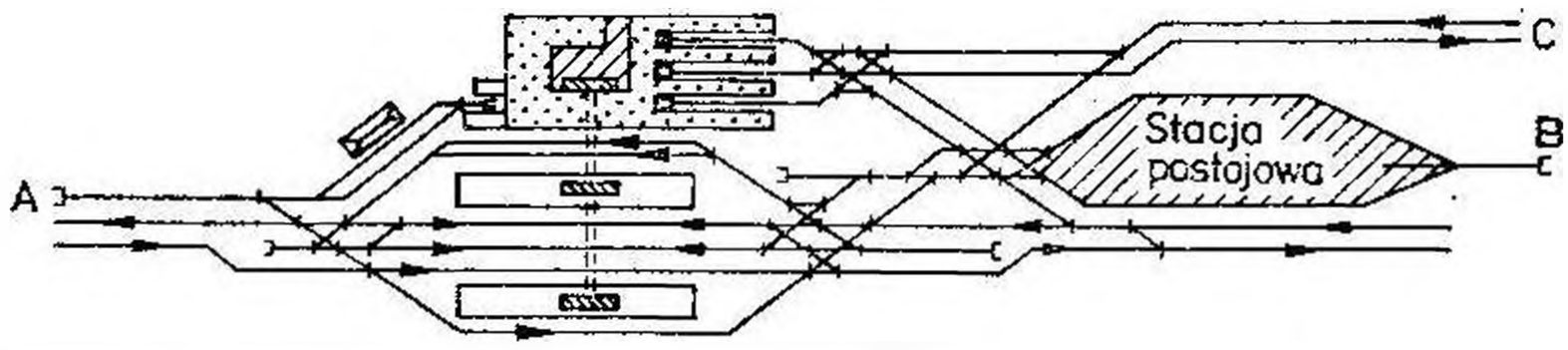
Na stacjach czołowych, przy podejściu do niej więcej niż dwóch linii, te ostatnie łączą się ze sobą przy wjeździe na stację, aby następnie na podejściu do peronów rozdzielić się.

Mogą być także stosowane układy torów mieszane (kierunkowo-liniowe). Na rysunku 5.10 przedstawiono układ torów na stacji, na której zbiegają się trzy linie dwutorowe, przy czym linią *A* i liniami *B* i *C* jest możliwy przejazd pociągów bezpośrednich.

5.11
Stacja czołowa o mieszanym układzie torów głównych

84 Stacje o układzie czołowo-przechodnim

W układzie mieszanym część torów peronowych ma układ przechodni, pozwalający na przepuszczanie pociągów bez zmiany kierunku ich jazdy, natomiast część torów jest zakończona kozłami oporowymi, a odjazd z tych torów następuje dopiero po zmianie



5.12. Schemat stacji o układzie czołowo-przechodnim

czoła pociągu (rys. 5.11). Ten typ stacji jest stosowany w wielkich węzłach kolejowych, z których pociągi dalekobieżne odjeżdżają dalej, natomiast pociągi podmiejskie kończą jazdę.

5.3. Urządzenia stacji osobowych

Do wykonywania swoich zadań stacja osobowa musi mieć odpowiednie urządzenia, a mianowicie:

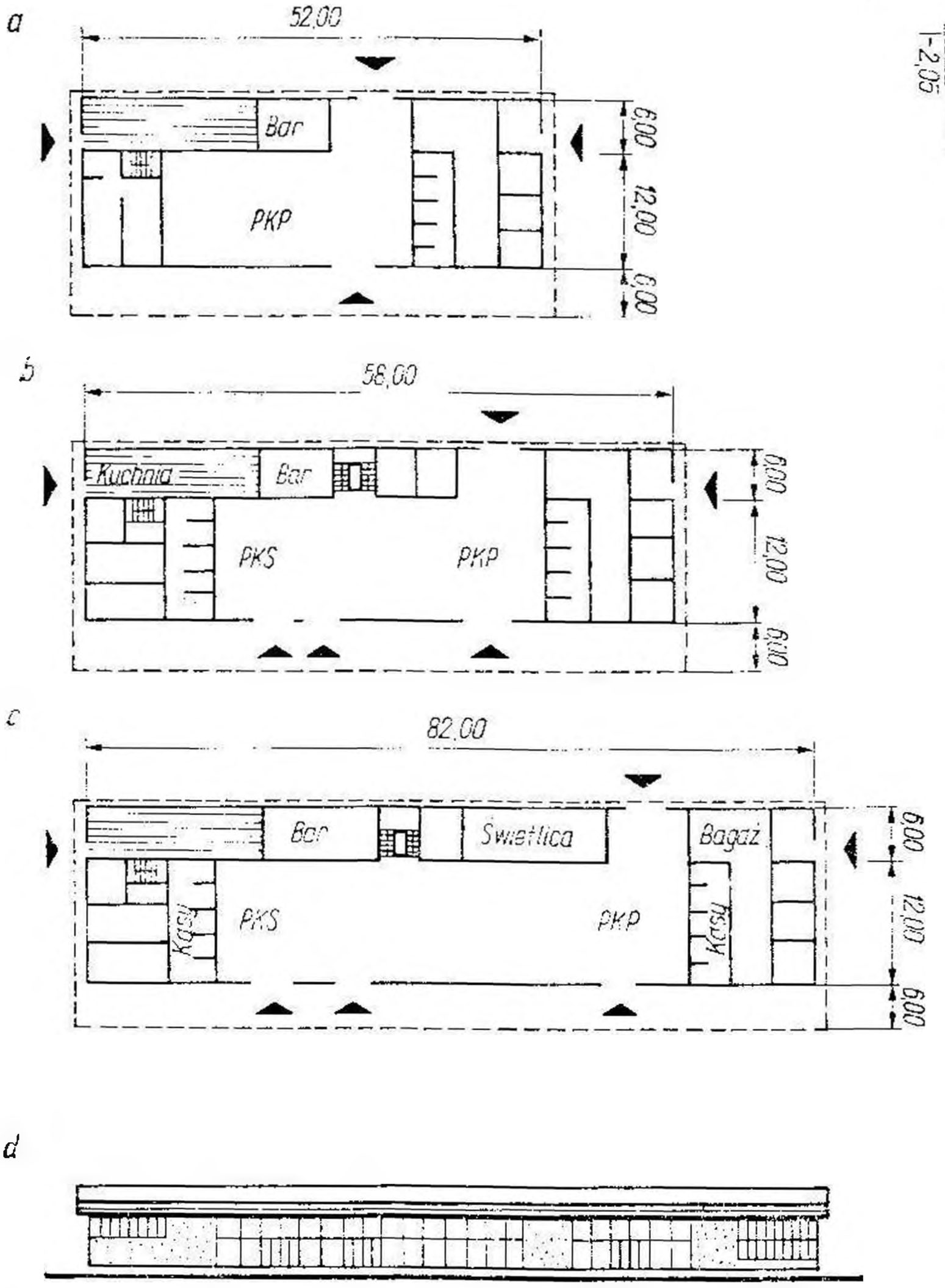
— grupę torów peronowych oraz komunikacyjnych,
— grupę torów do obsługi przesyłek pospiesznych przewożonych pociągami pasażerskimi,
— grupę torów postojowych do mycia i obrządzania składów pociągów,
— budynek dworca odpowiednio rozbudowany do wykonywania zwiększonych zadań w zakresie obsługi podróżnych (rys. 5.13 [28, 93], 5.14),
— perony i dojścia tunelowe do peronów,
— urządzenia techniczno-ruchowe i gospodarcze.

W przypadku braku miejsca bezpośrednio przy stacji osobowej do ułożenia potrzebnej liczby torów postojowych wraz z urządzeniami buduje się oddzielną stację postojową, w pewnej odległości od stacji osobowej.

Na stacjach granicznych osobowych o różnych szerokościach torów należy przewidzieć splot torów różnych szerokości w miejscach wyznaczonych na wymianę zestawów kołowych oraz dodatkowe tory o szerokości sąsiednich kolei, przeznaczone do gromadzenia wymienionych zestawów. Potrzebne są również urządzenia do podnoszenia pudeł wagonowych. Projekty Dworca Centralnego w Warszawie są przedstawione na na rysunku 5.15–5.19 [22]. Sposób przedstawiania informacji na dworcach pokazuje rysunek 5.20. Dostosowanie dworców do obsługi osób niepełnosprawnych prezentują zaś rysunki 5.21–5.25.

5.4. Ogólna charakterystyka stacji postojowych

Zadaniem stacji postojowej jest przyjmowanie składów pociągów pasażerskich po przyjeździe do stacji końcowej oraz przygotowanie ich do następnej planowej jazdy przez wykonanie odpowiednich czynności.



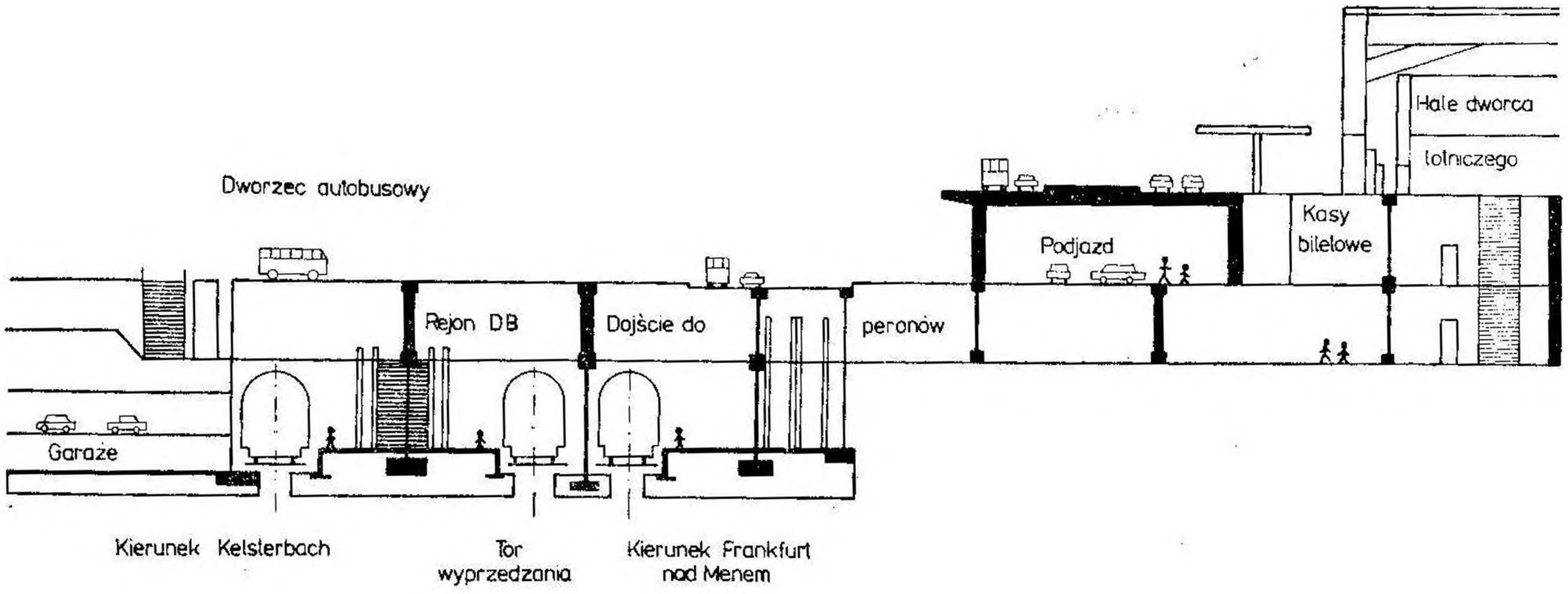
5.13. Dworce kolejowe i kolejowo-autobusowe na PKP [93, 28]

(unifikacja w przedziale 300—700 podróżnych w godzinach szczytu) rzuty: *a* — 350 podróżnych, *b* — 500, *c* — 600, *d* — elewacja, *e* — przekroje

4.12

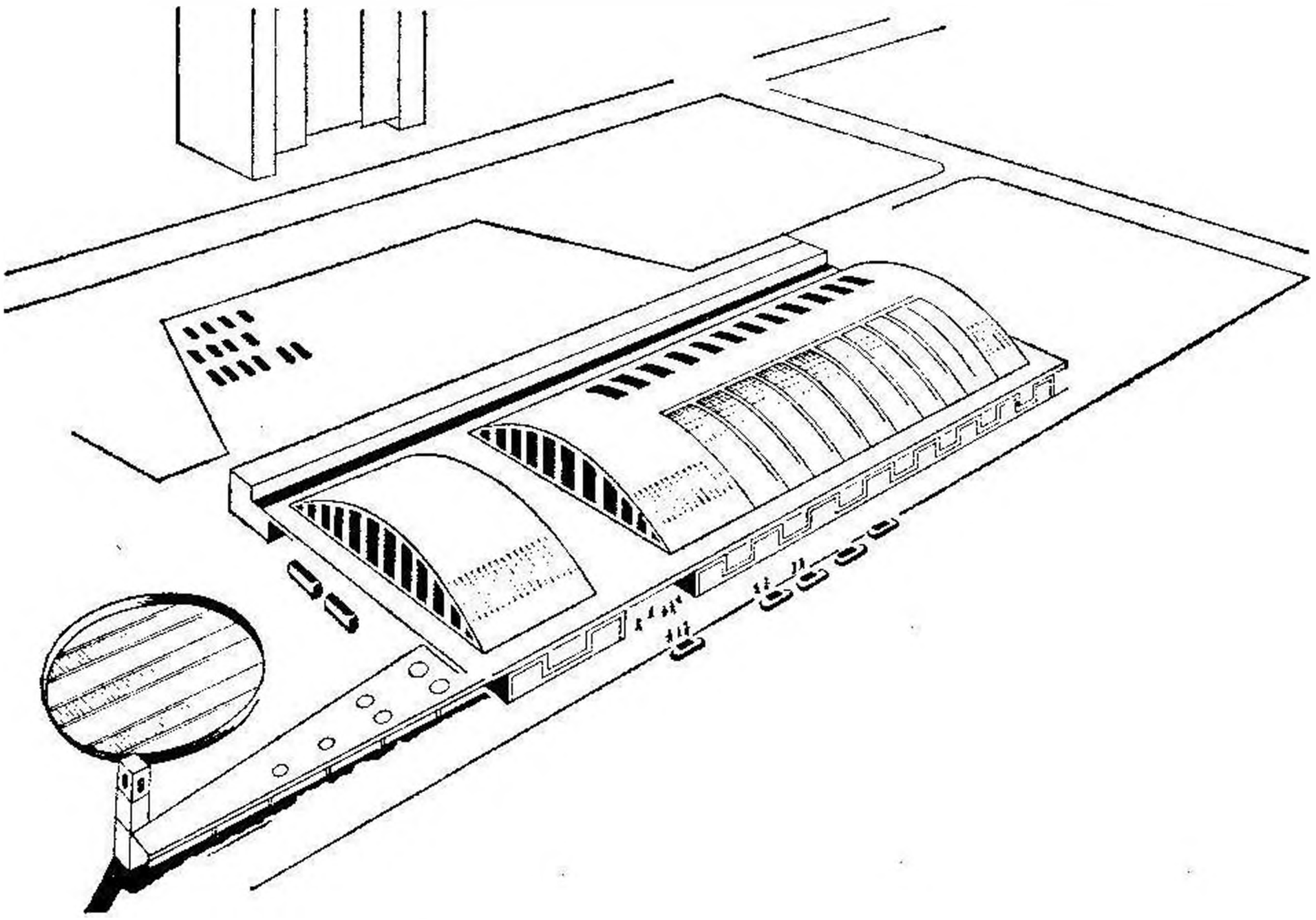
Do zakresu pracy stacji postojowych wchodzą następujące czynności:

— przyjmowanie składów pociągów,
— czyszczenie i mycie urządzeń sanitarnych pociągów na wydzielonych torach,
— wykonywanie rewizji technicznej składów z przeprowadzeniem prób działania hamulców i ogrzewania,
— wyłączanie ze składów uszkodzonych wagonów, włączanie do składów innych wagonów lub zmiana kolejności wagonów w składzie w zależności od określonych potrzeb,
— mycie składów z zewnątrz oraz czyszczenie i mycie wewnątrz wagonów,



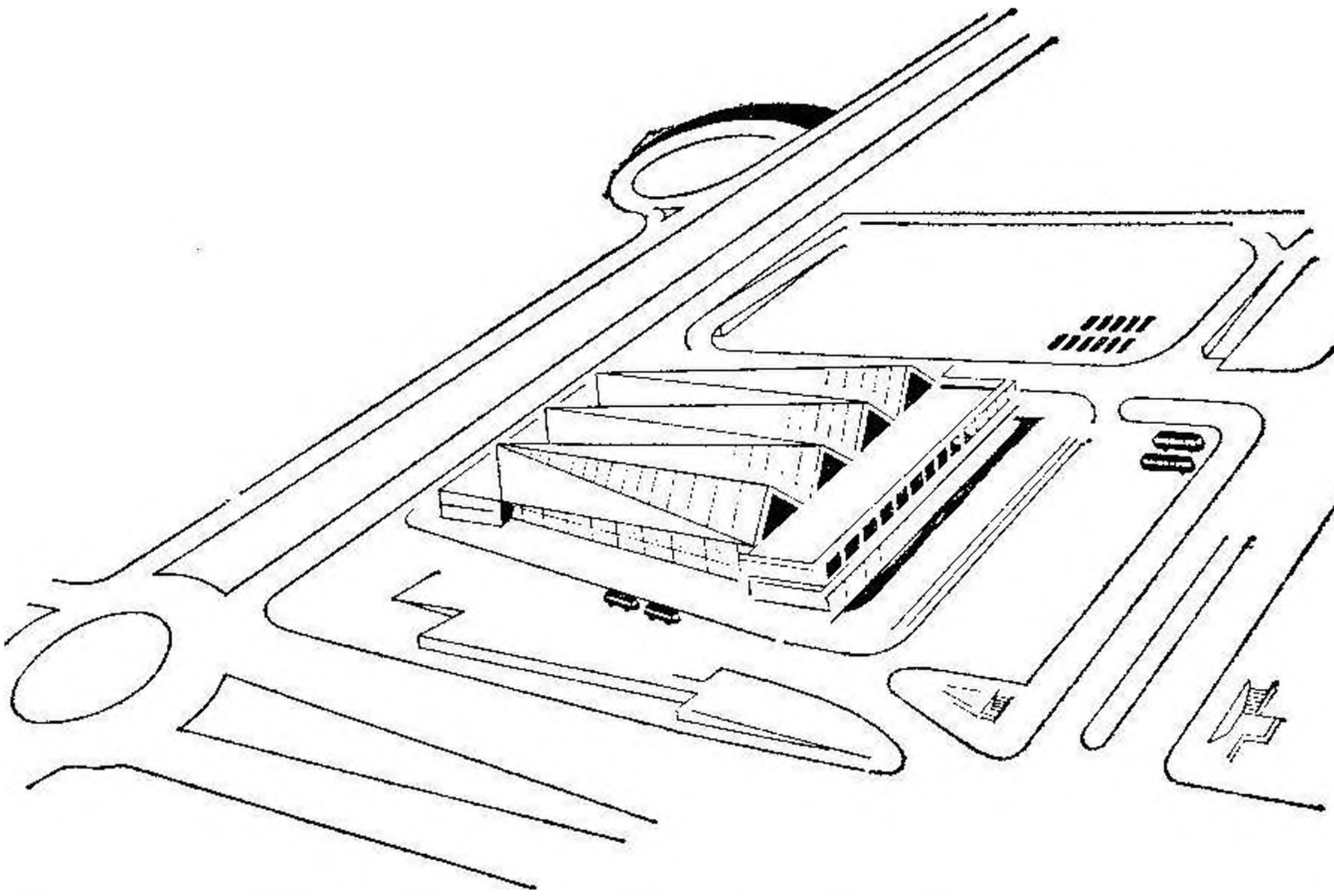
5.14. Dworzec kolejowo-lotniczy na kolejach DB

4.13



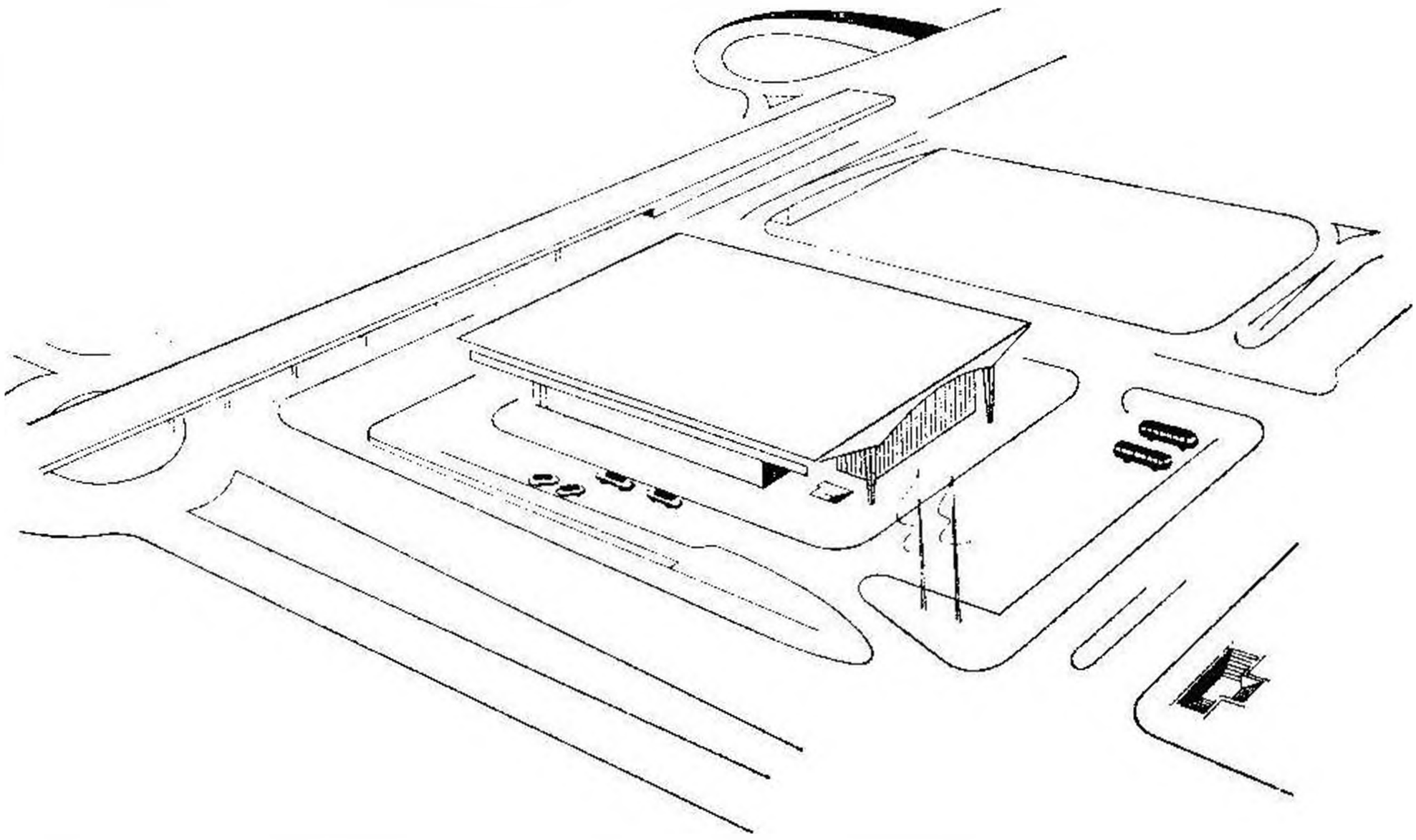
5.15. Projekt konkursowy Dworca Centralnego w Warszawie [22]

4.14

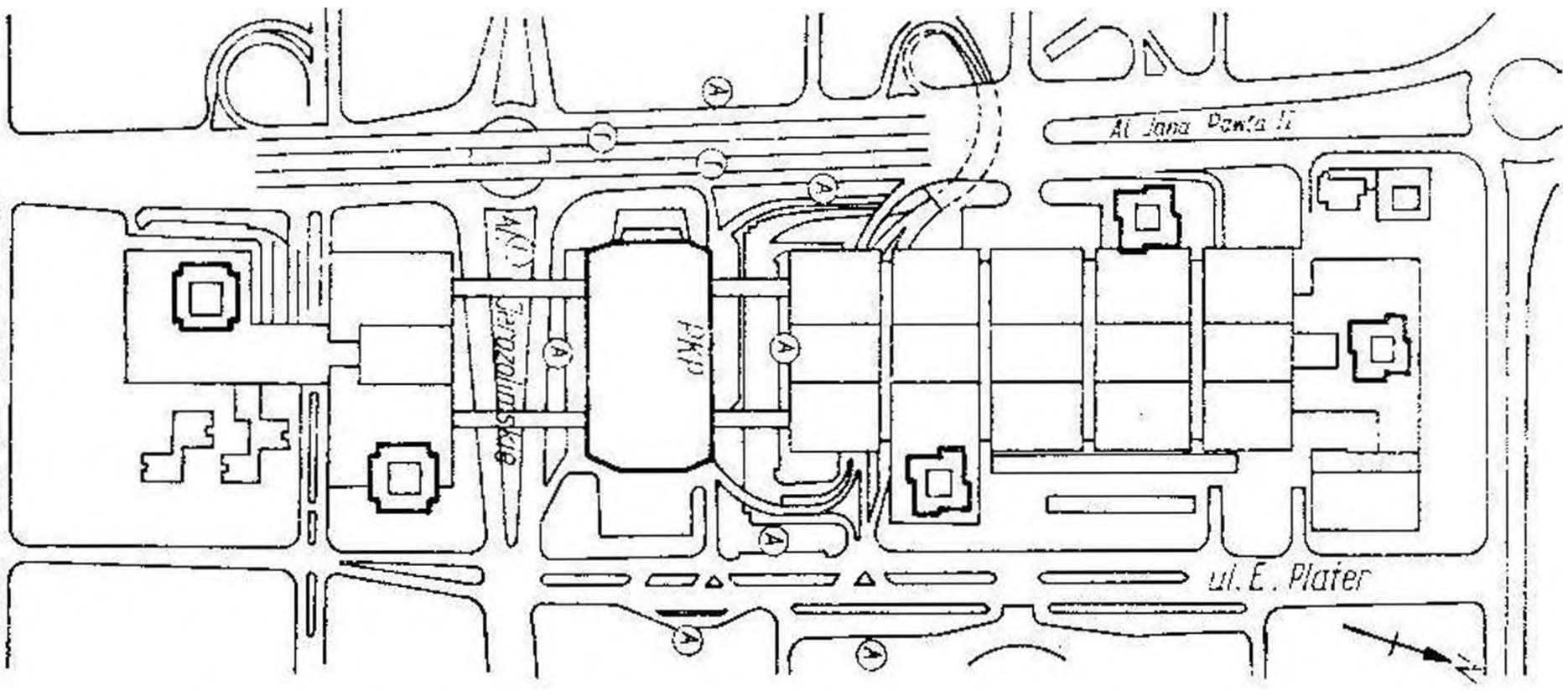


5.16. Dworzec Centralny w Warszawie — wariant IV [22]

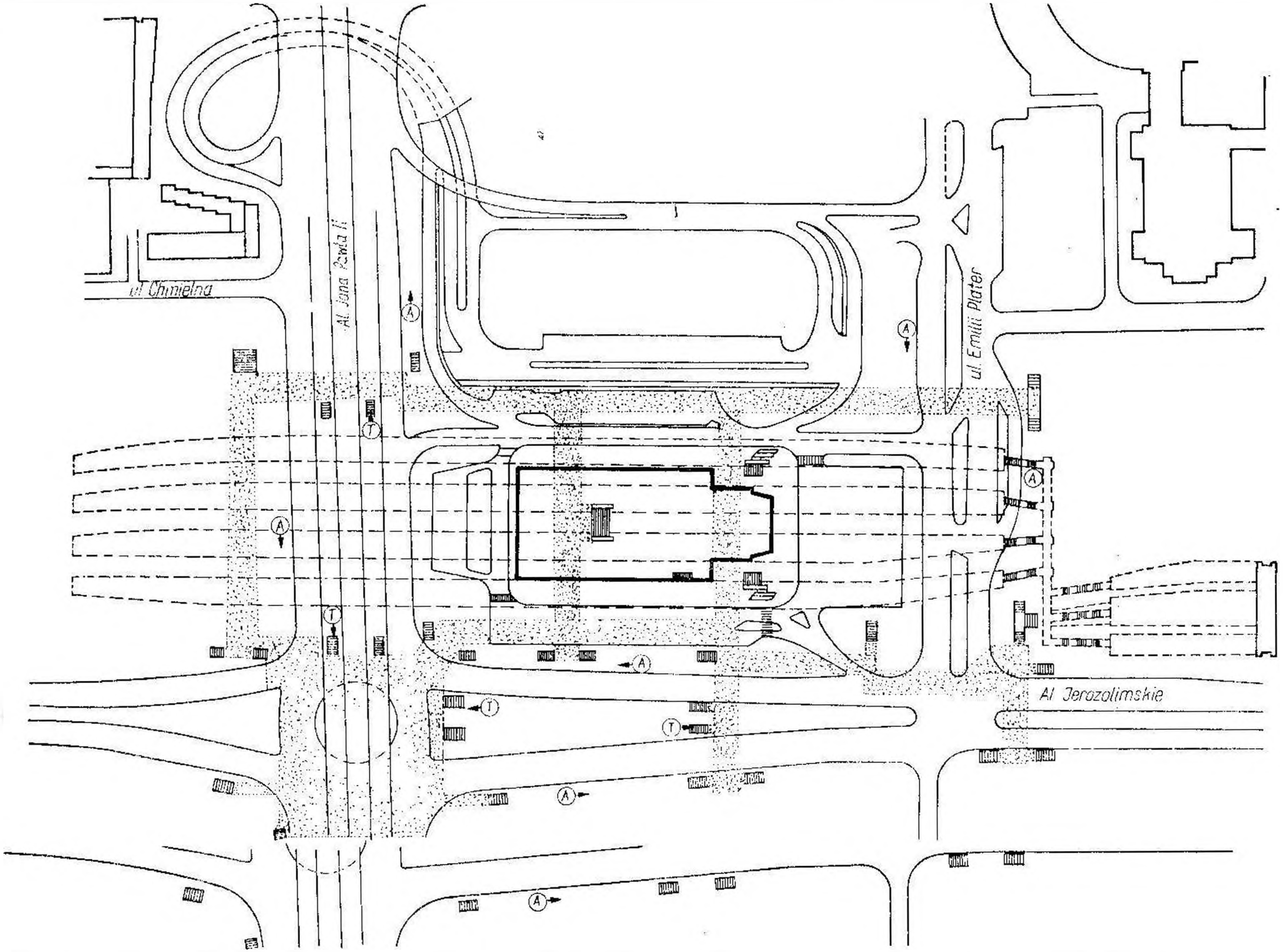
4.15



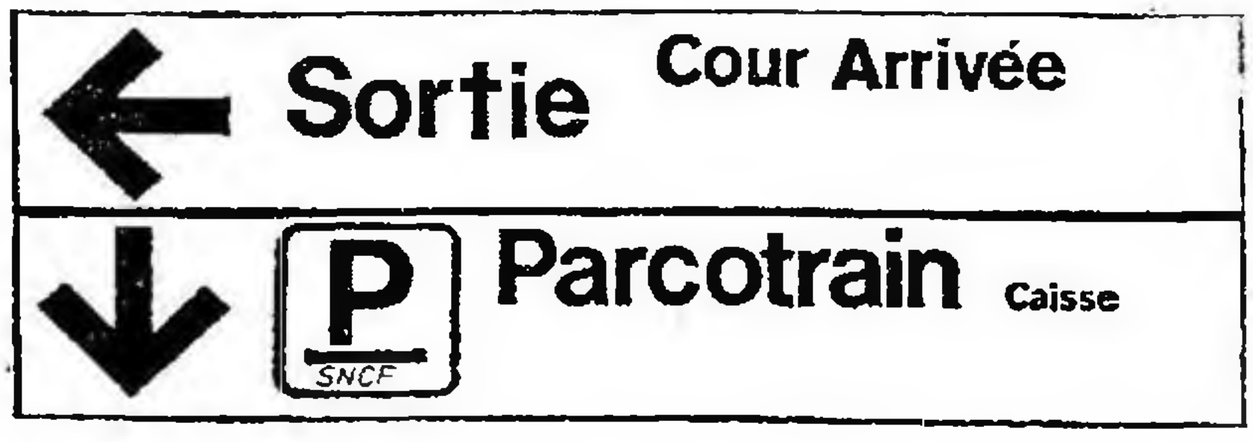
5.17. Projekt realizacyjny Dworca Centralnego w Warszawie [22]



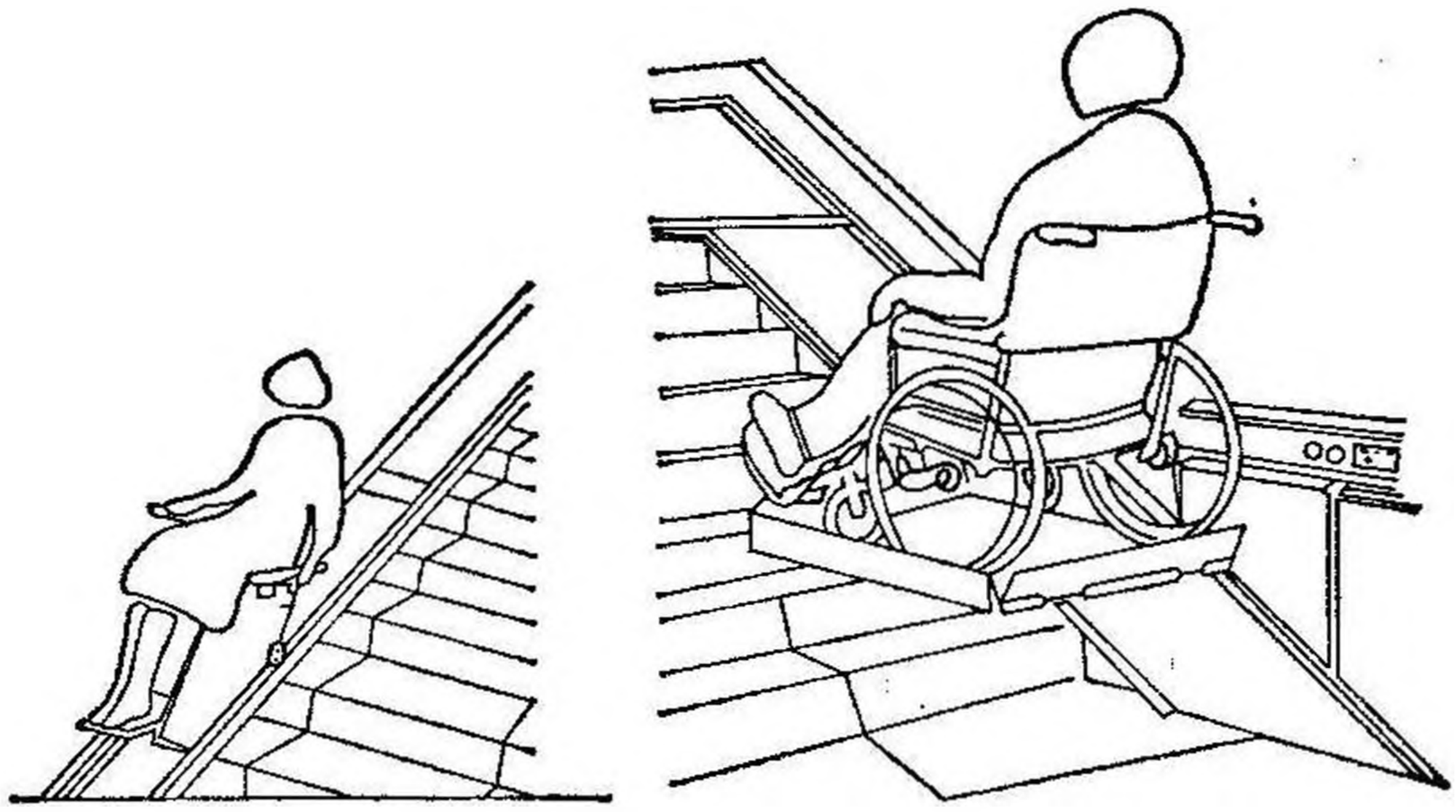
5.18. Projekt urbanistyczny Zachodniego Centrum Warszawy [22]



5.19. Powiązanie komunikacyjne Dworca Centralnego z otaczającymi ulicami oraz Dworcem Podmiejskim Warszawa Śródmieście [22]



5.20
Sposób przedstawiania informacji na SNCF



5.21. Podnośniki schodowe dla osób na wózkach inwalidzkich

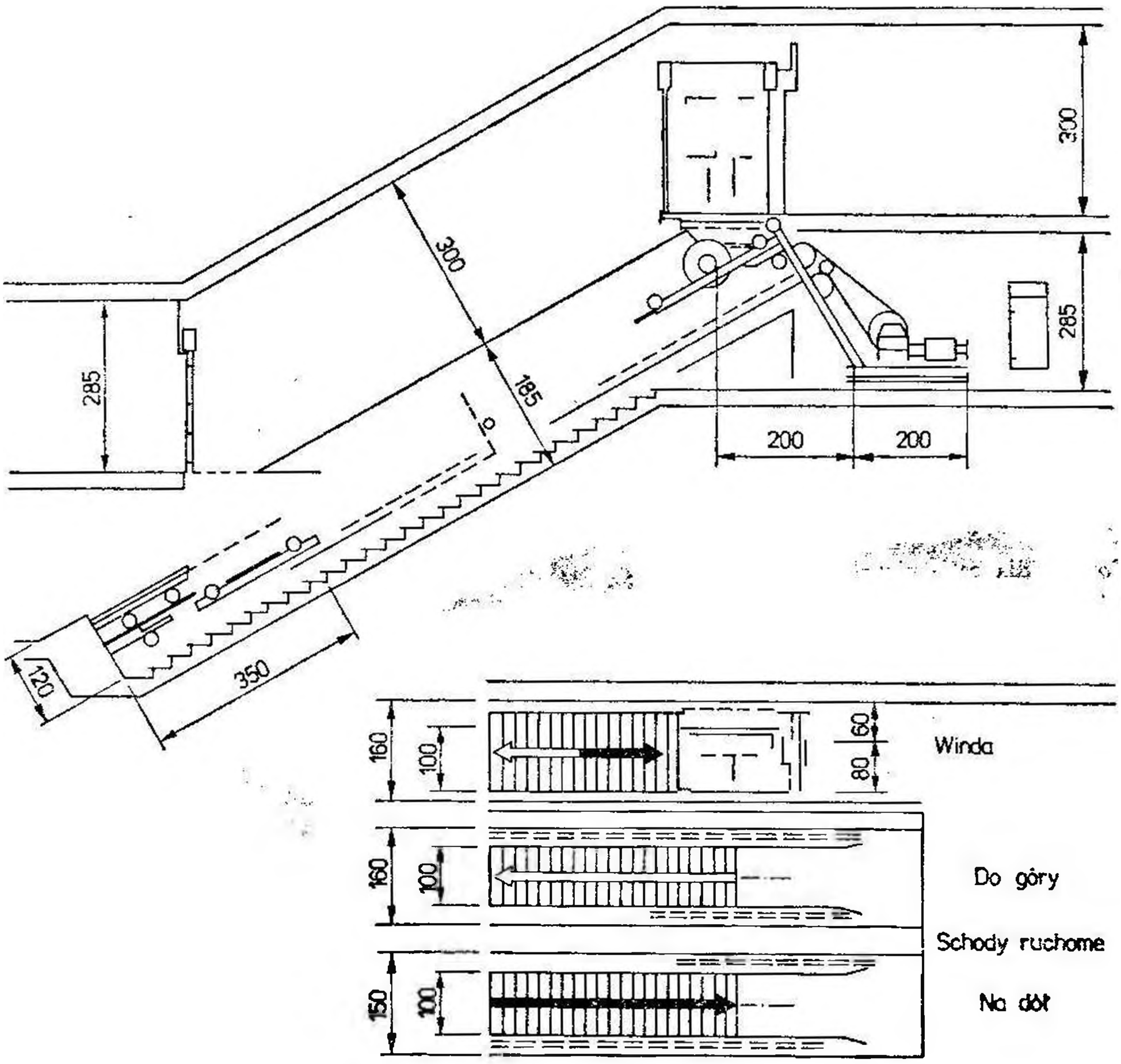
— wykonywanie napraw drobnych uszkodzeń i przeprowadzanie niezbędnych prób hamulców,
— ładowanie akumulatorów. uzupełnianie zbiorników wody i inne wyposażenie,
— uruchamianie urządzeń ogrzewczych w okresie zimowym,
— przekazywanie składów pociągów drużynom konduktorskim.

Zależnie od liczby pociągów pasażerskich, które w ciągu doby rozpoczynają lub kończą jazdę na stacji, stacje postojowe dzielą się na:
— małe stacje postojowe, przy liczbie do 10 pociągów,
— średnie stacje postojowe, przy liczbie od 11 do 25 pociągów,
— duże stacje postojowe, liczące od 26 do 40 pociągów,
— wielkie stacje postojowe, liczące ponad 40 pociągów na dobę.

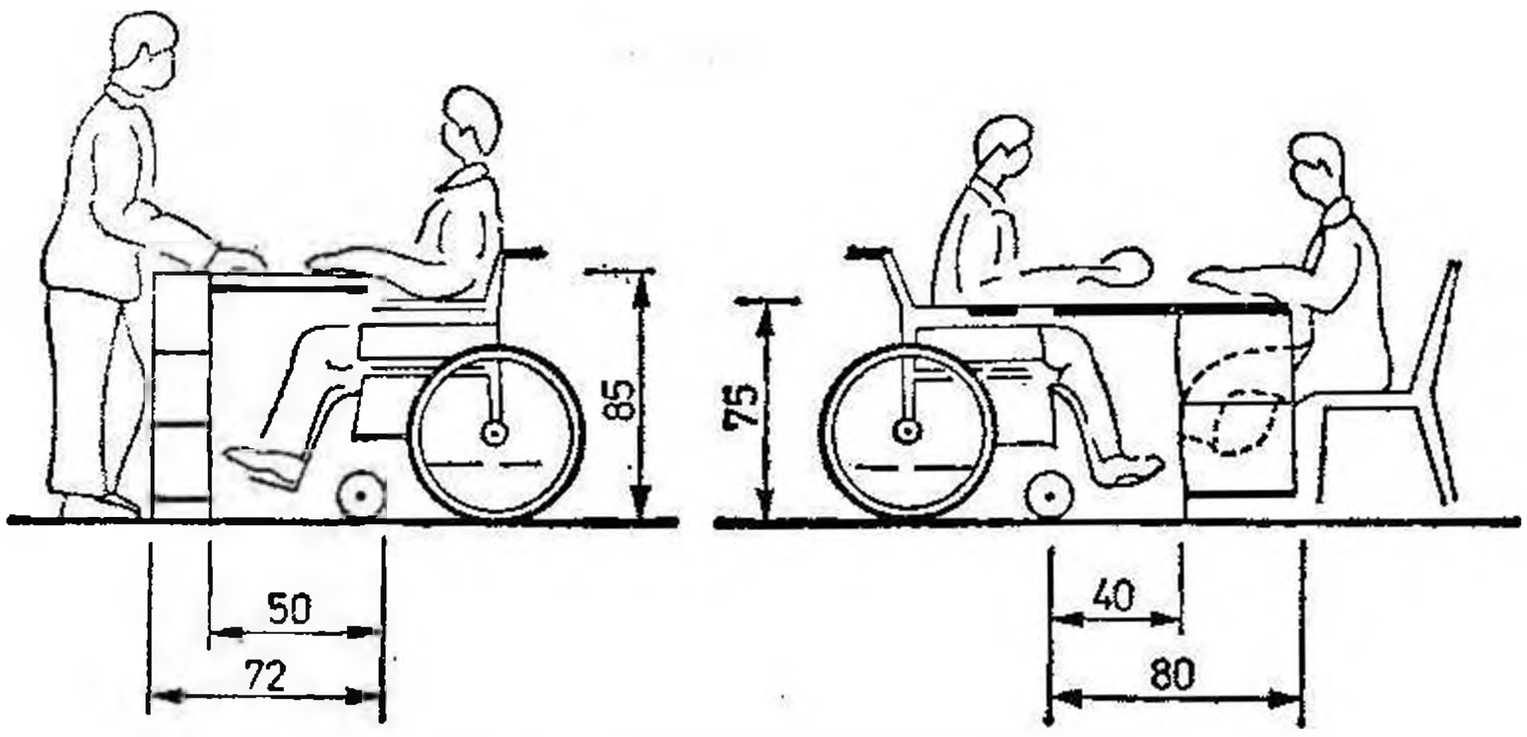
Przy niewielkim natężeniu ruchu pasażerskiego na stacjach macierzystych lub na stacjach zwrotnych urządza się grupy torów postojowych do obsługi składów pociągów miejscowych.

5.5. Usytuowanie stacji postojowych

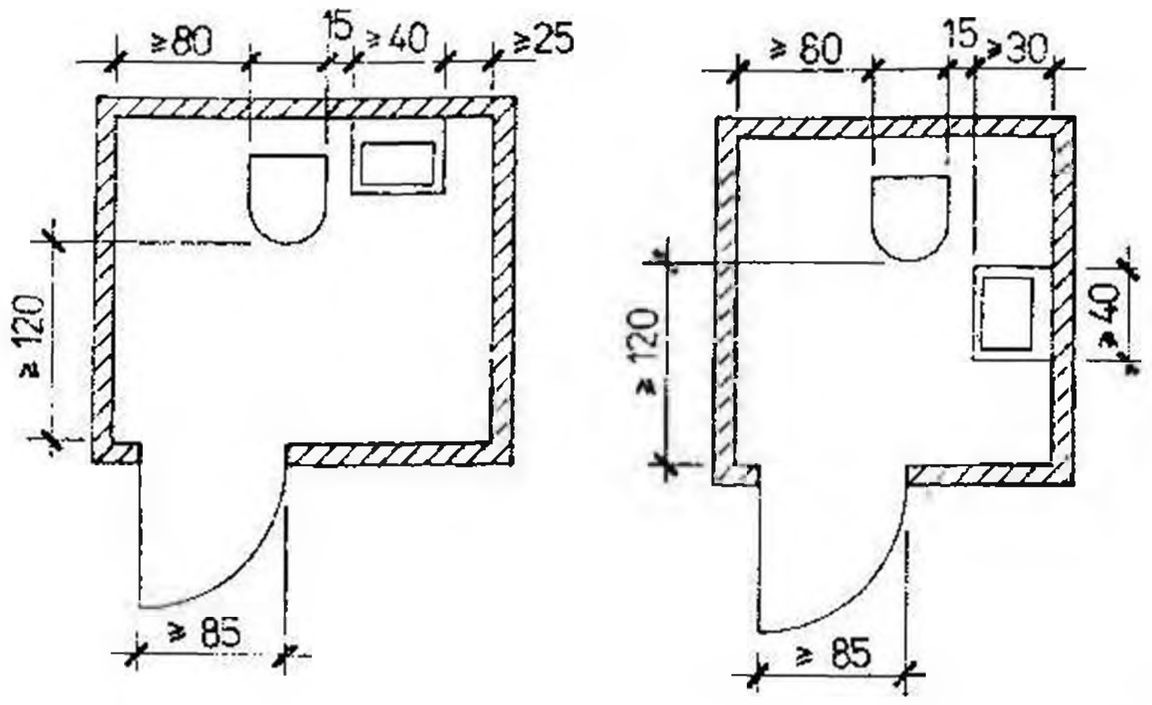
Stacje postojowe zajmują dużą powierzchnię i najczęściej są lokalizowane na krańcach miast, w odległości kilku kilometrów od stacji osobowej. Stacja postojowa powinna mieć odrębne tory, łączące ją ze stacją osobową w celu uniezależnienia przebiegów podstawiania i zabierania składów od ruchu pociągów. Należy również zapewnić wszystkim pociągom kończącym jazdę na danej stacji możliwość wjazdu na stację



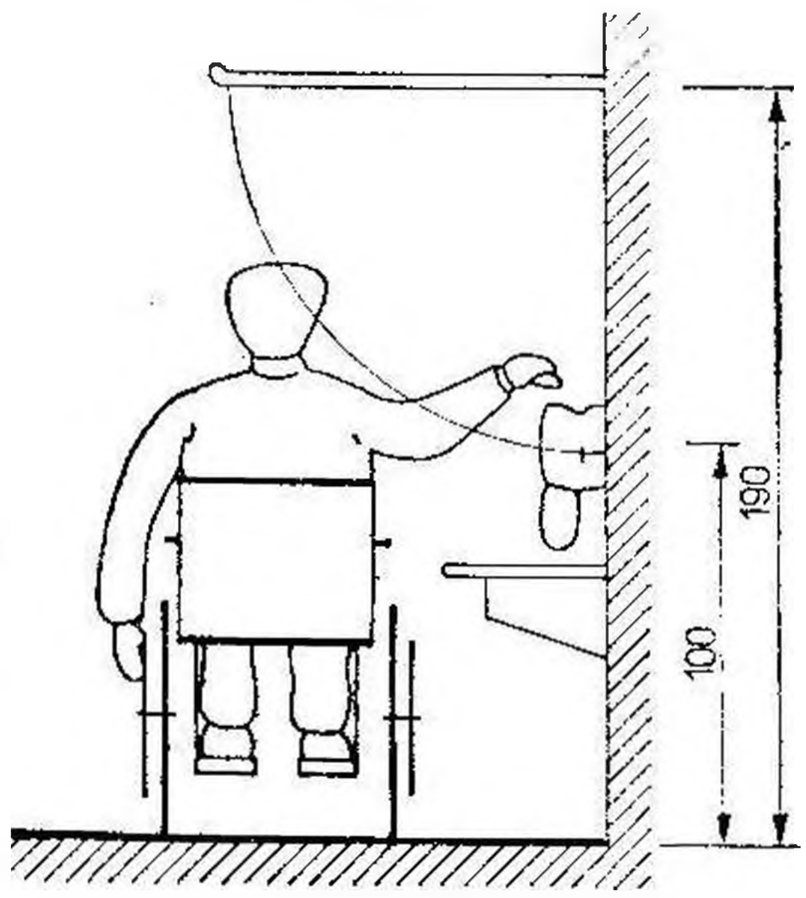
5.22. Windy dla osób niepełnosprawnych na kolejach szwedzkich



5.23. Kasa biletowa dla osób niepełnosprawnych na wózkach inwalidzkich



5.24
Toalety dla osób niepełnosprawnych na wózkach inwalidzkich



5.25
Automat telefoniczny dla podróżnych na wózkach inwalidzkich

postojową bez zmiany kierunku jazdy. W tym celu dla dużych stacji przechodnich tworzy się dwie stacje postojowe, usytuowane po przeciwnych stronach stacji osobowej.

Małe stacje postojowe mogą być niekiedy rozmieszczone na obu końcach stacji osobowej.

5.6. Układy torów i wyposażenie stacji postojowych

Układ stacji postojowych ~~i ich wyposażenie~~ zależą od zadań stacji oraz warunków miejscowych. Zakres pracy stacji postojowej zależy od liczby wagonów do obrządzania w ciągu doby i średniego czasu ich postoju.

Projekt układu torowego stacji postojowej, określający liczbę torów i urządzeń zaplecza, opracowuje się na podstawie procesu technologicznego pracy stacji. Usytuowanie poszczególnych urządzeń powinno być zgodne z przebiegiem czynności procesu technologicznego. Wszystkie czynności przy obrządzaniu składów należy wykonywać bez zmiany czoła pociągu i dzielenia składu na części oraz bez zbędnych przebiegów taboru.

Na stacji postojowej średniej wielkości powinny znajdować się następujące grupy torów lub wydzielone tory:

— tory do przyjmowania składów pociągów,
— tor ze stanowiskiem do mycia pomieszczeń sanitarnych wagonu,
— tor z kanałem rewizyjnym,
— tory porządkowe i do postoju wagonów rezerwowych,
— tor do zewnętrznego mechanicznego mycia wagonów wraz z potrzebnymi urządzeniami,
— tory postojowo-odjazdowe do obrządzania wagonów,
— tor ze stanowiskiem naprawy wagonów wyłączonych ze składu wraz z odpowiednim zapleczem technicznym,

— tor dla wagonów ogrzewczych,
— tory do obrządzania wagonów sypialnych i restauracyjnych,
— tory do dezynfekcji i dezynsekcji wagonów.

Na dużych stacjach postojowych buduje się dodatkowo tory przeznaczone dla turystycznego taboru rezerwowego, natomiast na stacjach wielkich — jeszcze tory postojowe dla wagonów specjalnych, tor rewizyjny wraz z kanałem całopociągowym i hale do obrządzania składów całopociągowych. Na stacjach postojowych mogą być budowane torowe pętle łukowe, łączące tory przyjazdowe i odjazdowe przeznaczone dla ruchu składów pociągów, nie wymagających przeróbek.

Długość torów na grupach przyjazdowych, postojowych i odjazdowych wynosi 250—400 m, przy zachowaniu odległości między osiami torów, wynoszącej 5 m.

Kanały rewizyjne powinny być budowane o długości, co najmniej, 100 m na stacjach postojowych średnich oraz o długości całego składu pociągu na stacjach dużych i wielkich.

Stanowiska do mycia urządzeń sanitarnych wagonów są budowane w postaci kanału o szerokości 1 m i głębokości ok. 0,6 m. Długość tego stanowiska zależy od wielkości stacji postojowej.

Do przeprowadzenia napraw wagonów wyłączonych ze składu buduje się odpowiednie hale wagonowe długości do 400 m. Hala taka powinna mieścić 3–8 torów o rozstawie między ich osiami wynoszącymi 6 m lub więcej.

Urządzenia do czyszczenia i mycia wagonów, tj. hydranty i krany wodociągów z zimną i gorącą wodą, umieszcza się zwykle na co drugim międzytorzu, w odległości około 20–40 m. Odległość między osiami torów w tym przypadku powinna wynosić 5 m, natomiast międzytorza powinny być utwardzone i odpowiednio odwodnione.

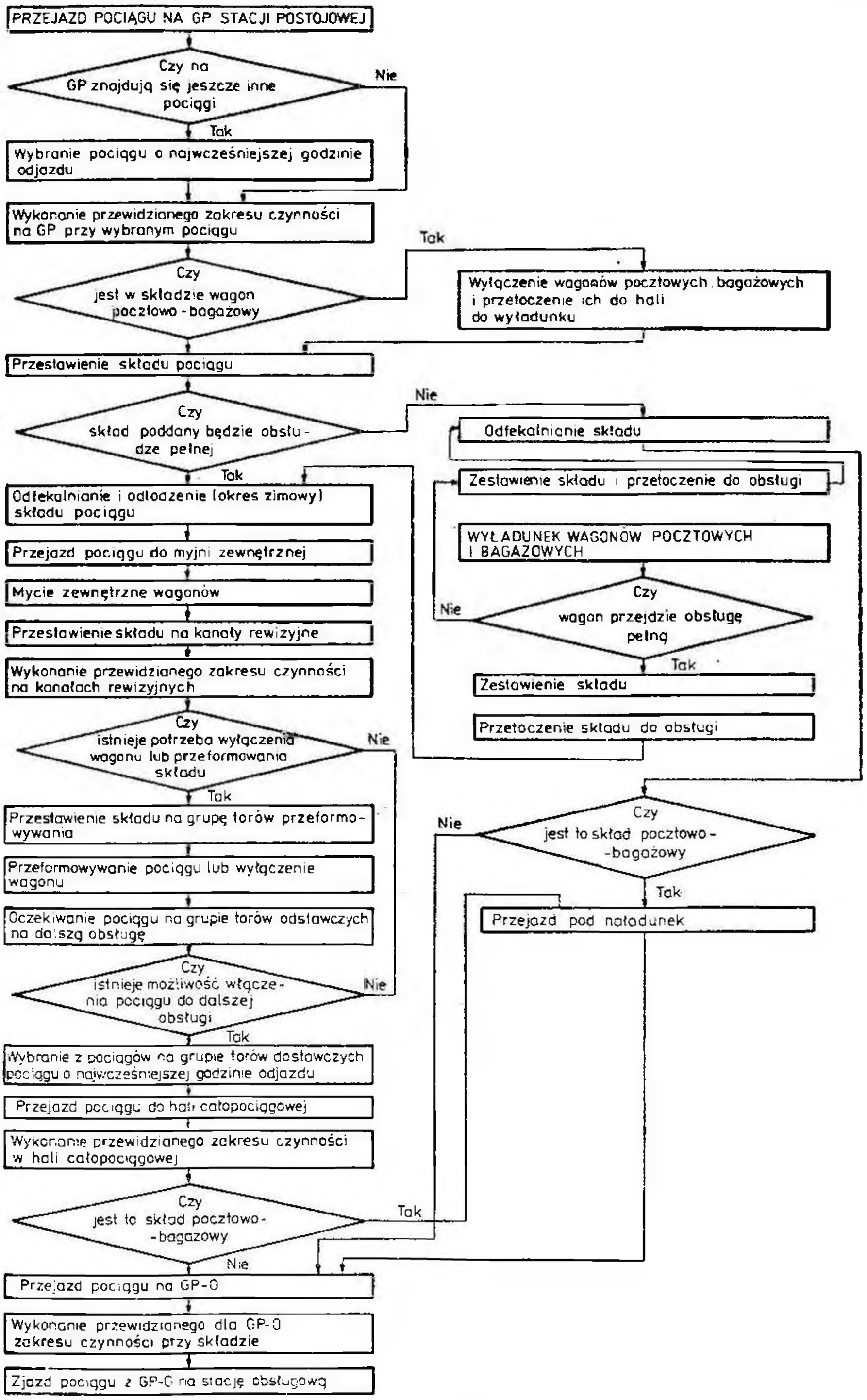
Do odśnieżania wagonów i usuwania lodu wykorzystuje się punkty poboru gorącego sprężonego powietrza i gazu, rozmieszczone w odstępach około 20 m oraz punkty poboru pary — w odstępach 70—100 m, usytuowane na międzytorzach.

Do zewnętrznego mycia wagonów stosuje się również mechaniczne urządzenia, które myją wagony szczotkami rotacyjnymi z użyciem odpowiednich środków chemicznych. Myjnia powinna być usytuowana w krytej hali, w celu korzystania z niej również w okresie zimy. Tor do mycia wagonów, zbudowany na wolnym powietrzu, powinien być ułożony na płycie betonowej z odpowiednim odwodnieniem. Odległość między osiami torów, na których odbywa się mycie wagonów, powinna wynosić 4,9–5,8 m. Należy zaplanować również sieć instalacji wodociągowo-kanalizacyjnej.

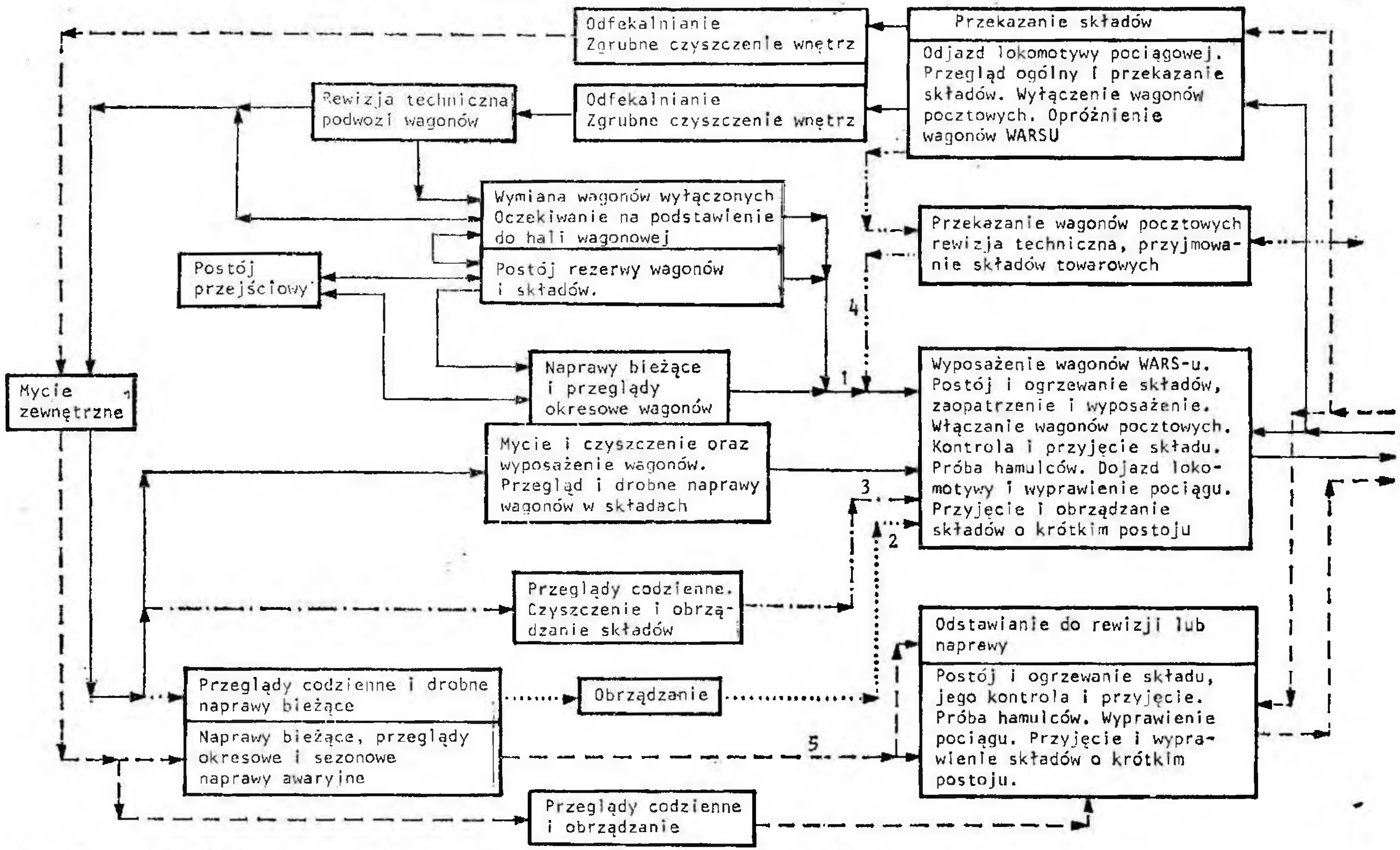
Stacje postojowe dla elektrycznych zespołów trakcyjnych podmiejskich powinny być budowane niezależnie od stacji postojowych przeznaczonych dla taboru trakcji parowej. Stacje te muszą być budowane z uwzględnieniem warunków i zmian, wynikających z zastosowania trakcji elektrycznej. Na liniach całkowicie zelektryfikowanych, na stacji postojowej wydziela się grupy torów obsługujących ruch podmiejski.

Posterunki rewidenckie trakcyjnego taboru elektrycznego mają za zadanie wykonywanie przeglądów codziennych oraz wykonywanie drobnych napraw. Sumiennie wykonywany przegląd codzienny jest bardzo ważną czynnością, zapewniającą bezawaryjną pracę zespołów trakcyjnych.

W celu przeprowadzenia przeglądu posterunek rewidencki musi mieć jeden lub dwa



5.26. Schemat blokowy przyjętej organizacji procesu obsługi i konserwacji dalekobieżnych pociągów pasażerskich na przyjętym układzie stanowisk



1 - składy zwykłych wagonów, 2 - elektrowozy, 3 - wagony silnikowe spalinowe, 4 - wagony pocztowe,
5 - elektryczne zespoły trakcyjne

5.27. Schemat czynności na stacjach postojowych

kanały rewizyjne o długości 25 m każdy, usytuowane na torze odpowiedniej długości, ze względu na konieczność przesuwania elektrycznych zespołów trakcyjnych. Posterunki rewidenckie, obsługiwane przez służbę trakcji, są umieszczone na stacjach zwrotnych, przy torach odstawczych.

Posterunki rewidenckie dysponują niewielkimi budynkami, w których znajdują się: podręczny warsztat i magazyn z odpowiednim wyposażeniem, urządzenia sanitarne dla załogi i ewentualnie pomieszczenia dla osób, utrzymujących czystość w elektrycznych zespołach trakcyjnych.

Wykonanie czyszczenia i mycia wagonów na stacjach jest bardzo często zlecane różnym spółdzielniom usługowym. Typowy schemat czynności na stacji postojowej przedstawia rysunek 5.26, 5.27, zaś układ torów na stacji postojowej przedstawia rysunek 5.28.

5.7. Proces nowoczesnego czyszczenia wagonów osobowych na przykładzie kolei DB

Od 1979 r. na kolejach byłego RFN (DB) wprowadzono nowy system czyszczenia wagonów osobowych oraz opracowano nową instrukcję dotyczącą czyszczenia. Zadaniem nowego systemu czyszczenia jest zapewnienie takiej jakości czyszczenia, jakiej oczekują klienci kolei. Ponieważ koszty czyszczenia na kolejach DB wynoszą 1 mln marek dziennie, z tego 83% jest wydatkowana na czyszczenie wewnętrzne, a 17% na czyszczenie zewnętrzne, opracowanie nowej instrukcji czyszczenia dotyczyło przede wszystkim czyszczenia wewnętrznego. Ustalono, że przedziały nie będą codziennie czyszczone na mokro, lecz — w zależności od rodzaju pociągu, drogi przebiegu i czasu przebiegu — zostanie wprowadzonych cztery do sześciu czyszczeń wewnętrznych na sucho i jedno do trzech czyszczeń wewnętrznych na mokro w ciągu tygodnia.

Czyszczenie gruntowne jest przeprowadzane raz w miesiącu, a czyszczenie główne, podczas którego dokładnie czyści się obicia tekstylne za pomocą środków czyszczących oraz konserwuje się podłogi — dwa razy w roku (tabl. 5–1) [85].

Ponadto koleje DB zatrudniają w szczególnie zapełnionych pociągach krajowych i międzynarodowych około 200 pracowników do sprzątania podczas jazdy.

Do ich czynności należy:

— usuwanie odpadów i zanieczyszczeń,
— sprzątanie przedziałów,
— kontrola zapasu, wody, papieru, mydła w pomieszczeniach W.C. i umywalniach oraz uzupełnianie wody,
— czyszczenie zabrudzonych uchwytów,
— zamykanie okien podczas deszczu lub śniegu oraz ustawianie dźwigni ogrzewania wagonów w pozycji środkowej.

Czyszczenie wewnętrzne wagonów

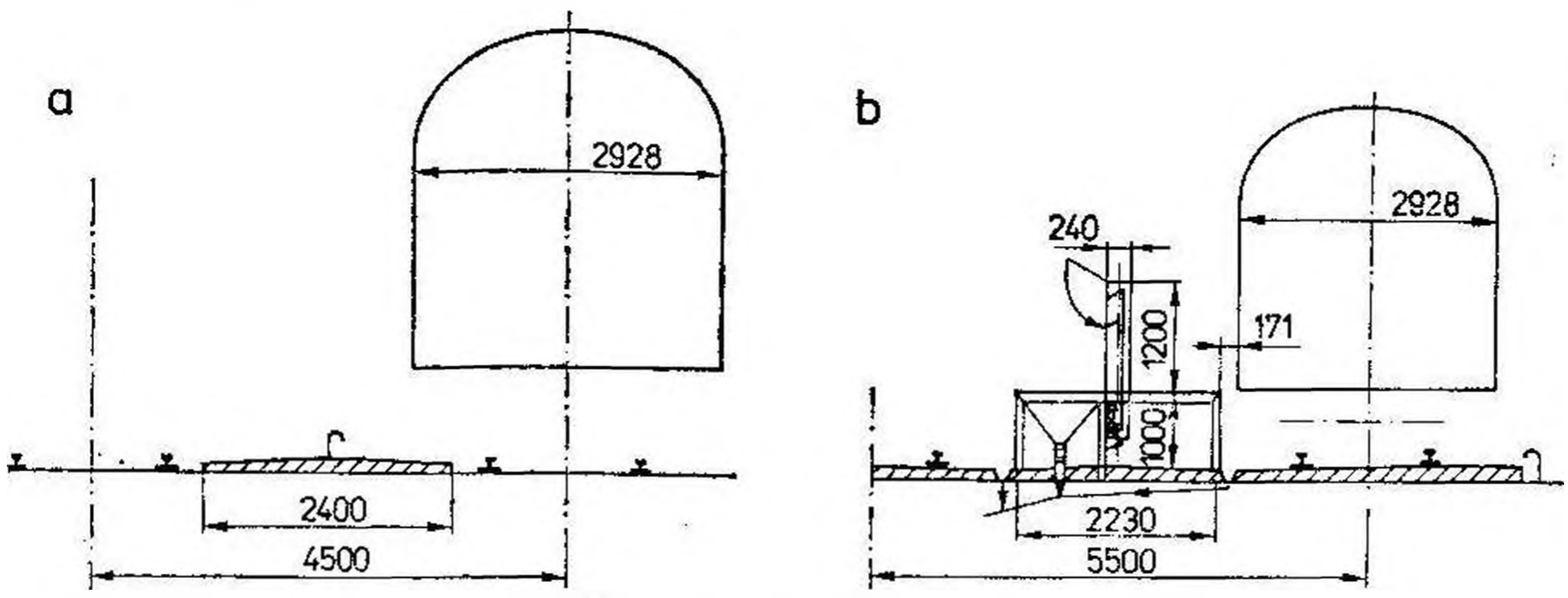
Czyszczenie to przeprowadza się na specjalnie do tego celu wyznaczonych odcinkach torów. Międzytorza są odpowiednio przystosowane, mają nawierzchnię bitumiczną lub specjalne pomosty (rys. 5.29) [85].

Nowy system czyszczenia Tablica 5–1

Rodzaj czyszczenia	Okresowość czyszczenia	Podstawowe prace przy czyszczeniu
Czyszczenie bieżące I–0	zgodnie z zarządzeniem	— usunąć odpadki i opróżnić popielniczki oraz śmietniczki, — posprzątać przedziały, — oczyścić W. C. i umywalki, — uzupełnić mydło i papier
Małe czyszczenie wewnętrzne I–1	na zmianę z I–2 ruch dalekobieżny: przeciętnie 3 razy w tygodniu ruch lokalny: 2 razy w tygodniu ruch podmiejski: raz w tygodniu	czyszczenie na sucho, z wyjątkiem W. C. i umywalek — usunąć odpadki i zanieczyszczenia, opróżnić popielniczki i śmietniczki, — posprzątać przedziały, — oczyścić W. C. i umywalki na wilgotno oraz zdezynfekować — wytrzeć na wilgotno uchwyty i klamki, — uzupełnić wodę, mydło i papier
Czyszczenie wewnętrzne I–2	na zmianę z I–1 ruch dalekobieżny: przeciętnie 3 razy w tygodniu ruch lokalny: 2 razy w tygodniu	czyszczenie na mokro — usunąć odpadki i zanieczyszczenia, opróżnić popielniczki i śmietniczki, — wytrzeć tapicerkę ze sztucznego tworzywa, stoliki, oczyścić tapicerkę tekstylną, chodniki oczyścić odkurzaczem raz na tydzień, — wytrzeć szyby wewnętrzne, ramy okienne i półki bagażowe, — wytrzeć lustra, płaszczyzny szklane, osłony ogrzewania, — oczyścić podłogę na mokro, — posprzątać przedziały — wytrzeć uchwyty i klamki, — oczyścić W. C. i umywalki na mokro oraz zdezynfekować, — uzupełnić wodę, mydło i papier
Czyszczenie gruntowne I–3	co 4 tygodnie	czyszczenie na mokro — usunąć odpadki i zanieczyszczenia, — oczyścić popielniczki i śmietniczki, — oczyścić cały wagon (oprócz sufitów i szaf, przejść, wałków gumowych), — umyć tapicerkę ze sztucznego tworzywa, oparcia pod głowę, ramiona i plecy – wyprać, — wyszorować podłogę i odkurzyć chodniki, — oczyścić W. C. i umywalki oraz zdezynfekować

c.d. tablicy 5–1

Rodzaj czyszczenia	Okresowość czyszczenia	Podstawowe prace przy czyszczeniu
Czyszczenie główne I–4	co pół roku	prace uzupełniające do I—3 — oczyścić sufity, szafy, pokrywy lamp oświetleniowych, przejścia i wałki gumowe, — oczyścić tapicerkę tekstylną, chodniki, żaluzje, — zakonserwować środkami pielęgnacyjnymi linoleum na podłodze
Czyszczenie okien A–I	co 2 dni	umyć okna i wbudowane lampy sygnałowe
Czyszczenie zewnętrzne A–2	co tydzień	umyć zewnętrzne płaszczyzny wagonu środkami czyszczącymi



5.29. Schematyczne przedstawienie urządzeń do czyszczenia wewnętrznego [85]
a — typ A dla I—1, *b* — typ B dla I—2, I—3, I—4

typ A

— odstęp punktów czerpalnych wody 15 do 20 m,
— oświetlenie międzytorza, gniazda 220 V — zbędne;

typ B

— odstęp punktów czerpalnych 15 do 20 m,
— oświetlenie: lampy 40 W na linie naprężonej,
— odstęp lamp 5 m, 3 m nad pomostem,
— odstęp głośników megafonowych 50 m,
— izolowany kanał (izolacja — wełna mineralna) z następującymi przewodami rurowymi o średnicy:
2″ — dla zimnej wody
3/4″ — dla roztworu do czyszczenia wewnętrznego
1″ — dla ciepłej wody (doprowadzenie)
1″ — dla ciepłej (odprowadzenie)

Tablica 5-2

Rodzaj czyszczenia	I–0	I–1	I–2	I–3	I–4
Urządzenia oczyszczające nie wymagane		typ A	typ B		
Wyposażenie urządzenia	—	zimna woda, 220 V (w danym przypadku w wagonie)	pomost, doprowadzenie wody zimnej i ciepłej, 220 V, przewód do środków czyszczących, dozownik do środków dezynfekcyjnych		
Średni postój wagonu [h]	0,5	0,5	1	2	4 **)
Tekstylna tapicerka siedzeń	—	szczotka do obić, odkurzacz *)	*szczotka do obić, odkurzacz*	*odkurzacz*	*ekstrakcyjne urządzenie, oczyszczarka ekstrakcyjna*
Dywany, chodniki	—	miotły, skrzynki na śmieci, urz. do czyszczenia dywanów, odkurzacz *)	*urządzenie do czyszczenia dywanów, odkurzacz*	*odkurzacz*	*maszyna do szorowania, ekstrakcyjne urządzenie, oczyszczarka ekstrakcyjna*
Podłoga (intekstylna)	—	miotły, skrzynki na śmieci	*natryskiwacz przenośny z oczyszczarką do czyszczenia*	*natryskiwacz lancowy z przyłączem do czyszczenia wewnętrznego, maszyna do szorowania, ściągacz gumowy, zasysacz na mokro, wiadro (pojemnik) na kółkach, szczotki do szorowania, ścierki, przy I–4 dodatkowo konserwacja linoleum*	
Powierzchnie szklane	—	—	ścierki	ścierki, rozpylacz, środki do czyszczenia szkła	
Pozostałe powierzchnie w przedziałach	—	ścierki	ścierki, urządzenia do czyszczenia wewnętrznego	*natryskiwacz lancowy z przyłączem do przewodów czyszczenia wewnętrznego, ścierki do mycia i ścierania*	
W. C. i umywalnie	szczotki, ścierki, urządzenia do czyszczenia wewnętrznego	szczotki, ścierki, wiadro na kółkach, szczotki do szorowania, urządzenia do czyszczenia wewnętrznego, rozpylacze, środki dezynfekcyjne		*natryskiwacz lancowy z przyłączem do przewodów czyszczenia wewnętrznego, urządzenie do czyszczenia pod dużym ciśnieniem, szczotki, ścierki, wiadro (pojemnik) na kółkach rozpylacz, środki dezynfekcyjne*	

*) jeśli jest przyłączenie do sieci w wagonie

**) bez wymaganego czasu suszenia

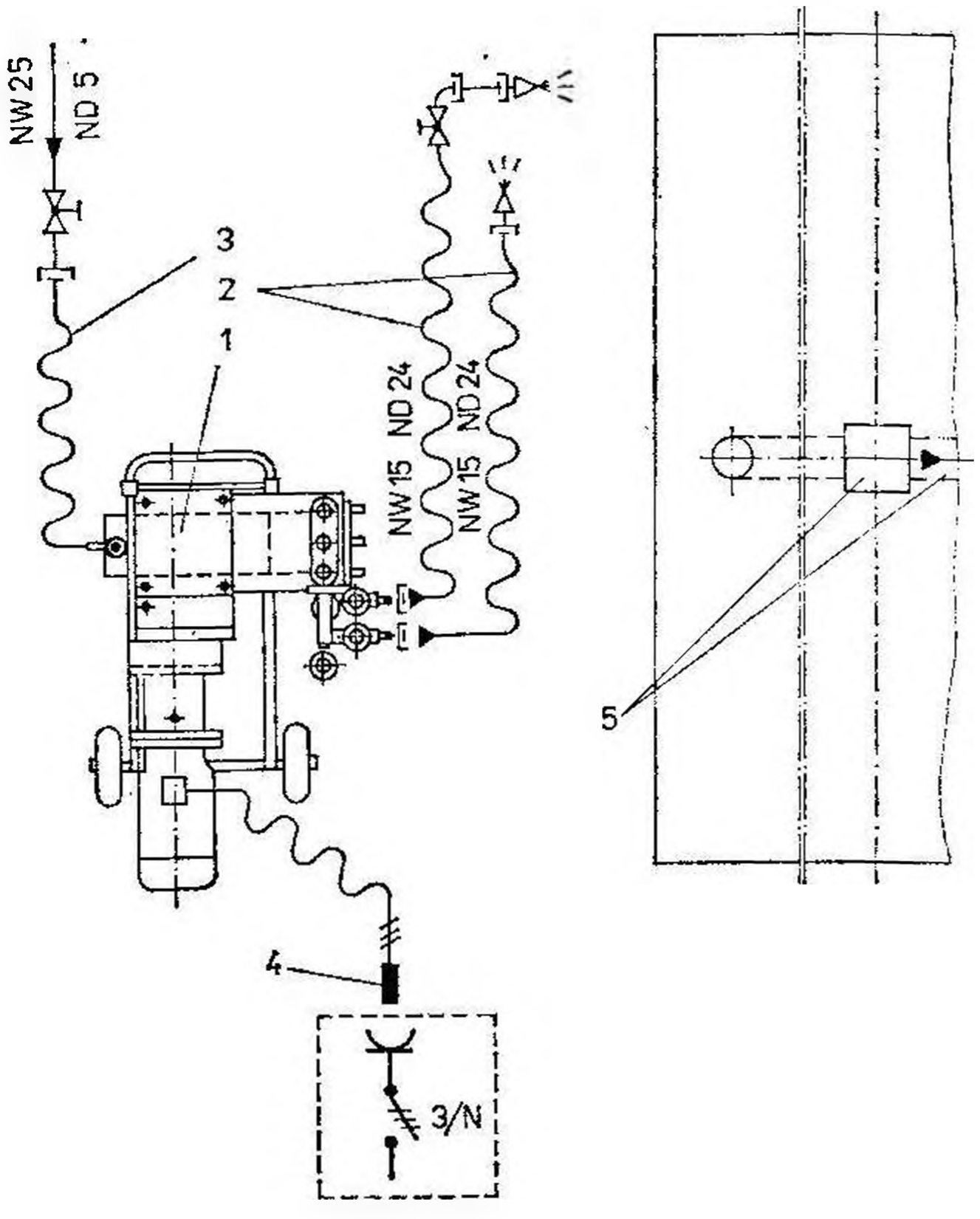
tekst pochyły — przynajmniej częściowe zastosowanie maszyn lub urządzeń zmechanizowanych

100

— od czoła na zewnątrz — gniazda wtykowe 220 V,
— odprowadzenie ścieków pod kranami,
— zakończenie pomostu zadaszone na ok. 20 m długości,
— bitumiczna warstwa nośna w najgrubszym miejscu ok. 100 mm ze spadkiem do rynien odprowadzających wodę,
— rynny odprowadzające wodę z betonu lub półskorup kamiennych 40 cm, spadek $50^0/_{00}$,
— ścieki odprowadzane do kanalizacji, nie wymagają oczyszczenia ze względu na stosowanie nieszkodliwych roztworów czyszczących.

Na pomoście typu B są zgromadzone urządzenia mechaniczne do czyszczenia wewnętrznego, które przenosi się do wagonów. Urządzenia te muszą być zabezpieczone przed mrozem i wpływami atmosferycznymi. Czyszczenie w zależności od rodzaju powierzchni czyszczonej jest przeprowadzone zgodnie z tablicą 5–2 [85] i przy użyciu środków w niej zalecanych.

Powierzchnie tekstylne (pokrowce, siedzenia i oparcia) oraz dywany i chodniki są czyszczone za pomocą odkurzacza w I-2 i I-3, a dla I-4 czyszczenie wykonuje się na mokro — za pomocą rozpylaczy ekstrakcyjnych. Praca ręczna jest podejmowana tylko w razie potrzeby przy czyszczeniu w ramach I-1, jeżeli wagony nie są wyposażone w gniazda wtykowe 220 V, które umożliwiają zastosowanie lekkich odkurzaczy plecakowych.



5.30.
Schemat urządzenia do mycia pomieszczeń W.C. pod ciśnieniem [85]

1 — agregat pompy, *2* — przewód wężowy z urządzeniem z rurek stalowych i rozpryskiwaczem, 3 — elastyczne przyłącze wody, *4* — przyłącze elektryczne, *5* — płyta do zmywania z przyłączem do kanalizacji

5.31. Stacja postojowa Hamburg—Eidelstedt dla pociągów InterCityExpress

Powierzchnie siedzeń i oparć pokryte tworzywami sztucznymi czyści się ręcznie, spryskując je uprzednio płynami czyszczącymi za pomocą rozpylaczy lancowych.
Podłogi (poza tekstylnymi wykładzinami) czyści się za pomocą maszyn do szorowania. Brudną wodę przy I-3 oraz I-4 zbiera się i odprowadza za pomocą odsysaczy wodnych.
Pomieszczenia sanitarne przy zakresach prac I-3 i I-4 są czyszczone strumieniem wody pod dużym ciśnieniem (rys. 5.30) [85]. Metodą tą są czyszczone umywalnie oraz pomieszczenia W.C., w miejscach, w których ten sposób mycia nie powoduje szkód korozyjnych, tj. tylko do wysokości krawędzi stołu. Metoda ta jest efektywna oraz higieniczna dla personelu. Po umyciu pomieszczenia są dezynfekowane. Stacja postojowa Hamburg—Eidelstedt dla pociągów Inter-City Express, która powstała na terenie byłej stacji rozrządowej jest pokazana na rysunku 5.31.

5.8. Zaplecze techniczne do utrzymania wagonów pasażerskich na PKP

5.8.1. Ocena stanu obecnego

Zaplecze obsługowo-naprawcze taboru kolejowego decyduje o niezawodności kolejowego systemu transportowego. Rola zaplecza technicznego kolei szczególnie silnie wzrasta wraz ze złożonością konstrukcji obsługiwanego taboru, intensywnością jego eksploatowania oraz wzrostem parametrów eksploatacyjnych, a zwłaszcza prędkości jazdy.
Zaplecze obsługowo-naprawcze potrzebne do utrzymania wagonów pasażerskich charakteryzuje się bardzo dużym rozdrobnieniem w skali sieci. Spowodowane jest to tym, że stosowane zasady konstruowania rozkładów jazdy pociągów pasażerskich stwarzają zapotrzebowanie na dużą liczbę rozproszonych stacji wykonujących obsługę bieżącą. Czynności obsługowo-naprawcze przy pasażerskich pociągach dalekobieżnych są wykonywane na 201 stacjach — punktach obsługi, przy czym tylko 137 wykonuje pełną obsługę zarówno pod względem technicznym, jak i sanitarnym, natomiast pozostałe 64 stacje tylko pod względem sanitarnym.

102 Biorąc pod uwagę rozwiązania układów torowych wszystkich tych stacji można uznać, że zaledwie 10% z nich może być określone jako postojowe. Pozostałe to w najróżniejszy sposób, w stosunku do torów przyperonowych, porozmieszczane grupy torów, nie zapewniające możliwości wprowadzenia nowoczesnych zasad obsługi i nie mające warunków do właściwego utrzymania taboru.

Wyposażenie techniczne i materiałowe obecnych punktów obsługowo-naprawczych, obejmujące układy torowe, obiekty budowlane, instalacje energetyczne, sprzęt techniczny, jest wielce niezadowalające.

Tylko trzy stacje mają układ wielogrupowy, umożliwiający postępowy system obsługi pociągu, 20 — jednogrupowy, 49 — wydzielone tory lub grupy torów, a 65 — pojedyncze tory, w wielu przypadkach przyperonowe. Tylko 38% międzytorzy ma szerokość i nawierzchnie umożliwiające wprowadzenie sprzętu zmechanizowanego, a 55% właściwe instalacje wodno-kanalizacyjne. Instalacje do podgrzewania składów pociągów w czasie postoju znajdują się tylko na 65 stacjach, instalacje sprężonego powietrza na 20 stacjach, instalacje energetyczne 220/380 V na 118 stacjach, sieci ładowania akumulatorów na 107 stacjach. Stanowiska badania technicznego wyposażone w kanały rewizyjne znajdują się tylko na 28 stacjach. W halach i wiatach przeglądowo-naprawczych, w których wykonywane są przeglądy okresowe i naprawy bieżące, jest 90 stanowisk naprawczych, względnie dobrze wyposażonych w podstawowe urządzenia i sprzęt techniczny. Z tej liczby 20 stanowisk ze względu na lokalizację i stan techniczny obiektów, w których się znajdują, powinno być w najbliższym czasie zastąpionych nowymi. Mechaniczne myjnie do zewnętrznego mycia wagonów, umożliwiające mycie w okresie dodatnich temperatur, zlokalizowane są na 32 stacjach. Tylko jedna myjnia zbudowana na stacji Warszawa Grochów przystosowana jest do mycia przy temperaturach zewnętrznych do $-5°C$.

Bardzo niekorzystnie przedstawia się sytuacja w zakresie wyposażenia punktów obsługowo-naprawczych w urządzenia i sprzęt techniczny umożliwiający mechanizację obsługi technicznej i sanitarnej, wyposażenie wagonów itp.

Na ponad 50% obecnych punktów obsługowo-naprawczych liczba obsługiwanych w dobie pociągów nie przekracza 10 składów, a tylko 10% stacji obsługuje więcej niż 30 składów w ciągu doby. Świadczy to o wielkim rozproszeniu punktów obsługowo-naprawczych pociągów pasażerskich i stanowi potwierdzenie tezy, że struktura techniczno-organizacyjna zaplecza obsługowo-naprawczego nie jest zorganizowana prawidłowo, zgodnie z założeniami działającym systemem, lecz ukształtowana została drogą doraźnego i tymczasowego lokalizowania różnych najbardziej niezbędnych w danym czasie punktów, które jednak na ogół funkcjonują do chwili obecnej.

Zarówno liczebność, jak i rozproszenie punktów obsługowo-naprawczych nic sprzyja ich racjonalnej modernizacji i unowocześnianiu.

5.8.2. Kierunki modernizacji zaplecza

Biorąc pod uwagę obecny stan zaplecza obsługowo-naprawczego oraz przewidywane zadania docelowe, konieczne jest podjęcie działań na podstawie doświadczenia uzyskanego w trakcie rozbudowy stacji i wagonowni Warszawa Grochów, mających na celu

modernizację zaplecza obsługującego ruch pasażerski. Tak rozdrobnione zaplecze — jak ma to miejsce obecnie — jest trudne do utrzymania i modernizacji, zarówno pod względem technicznym jak i ekonomicznym.

Podstawowym zatem kierunkiem działania, jaki powinien być obecnie realizowany, jest koncentracja obsługi pociągów na znacznie mniejszej liczbie stacji postojowych (punktach obsługowo-naprawczych).

Koncepcja rozbudowy zaplecza naprawczego służby wagonów uwzględnia następujące uwarunkowania:

— stacje postojowe powinny być zlokalizowane przede wszystkim na końcach dróg przewozu licznych pociągów dalekobieżnych,

— pociągi dalekobieżne powinny zapewnić szybki przewóz pasażerów między stacjami obsługującymi wielkie aglomeracje miejskie,

— pociągi dalekobieżne powinny kursować po liniach kolejowych łączących ze sobą największe aglomeracje w Polsce — jako ośrodki generowania dużych potoków pasażerów,

— za wielkie aglomeracje miejskie przyjmuje się miasta lub zespoły blisko położonych miast o zaludnieniu przynajmniej 0,5 mln mieszkańców: istnieje 9 takich aglomeracji: Katowicka (GOP), Gdańska (Trójmiasto), Szczecin, Poznań, Warszawa, Łódź, Wrocław, Lublin, Kraków.

Przewiduje się, że zasadnicza obsługa i naprawa wagonów do przewozu pasażerów będzie się odbywać na 11 stacjach postojowych — bazach, które w 90% powinny zapewniać pełny zakres obsługi pociągów ekspresowych i międzynarodowych.

Docelowa lokalizacja stacji postojowych — baz przedstawia się następująco:

— Centralna DOKP	— stacja Warszawa Grochów,
	stacja Warszawa Szczęśliwice,
	stacja Łódź,
	stacja Białystok,
— Wschodnia DOKP	stacja Lublin,
— Południowa DOKP	stacja Kraków,
— Śląska DOKP	stacja Katowice (Gliwice),
— Dolnośląska DOKP	stacja Wrocław,
— Zachodnia DOKP	stacja Poznań,
— Pomorska DOKP	stacja Szczecin,
— Północna DOKP	stacja Gdynia.

Z tymi stacjami postojowymi — bazami, na których zostaną zorganizowane wagonownie, będzie współpracować około 40 stacji pomocniczych z punktami obsługowo-naprawczymi. Docelowe rozmieszczenie stacji pomocniczych i określenie zakresu zadań wymaga podjęcia niezbędnych prac badawczych.

Przewidywane do modernizacji i rozbudowy duże stacje postojowe-bazy powinny być wykonywane jako wielogrupowe i powinny zapewnić potokową obsługę pociągów z postępowym ruchem składu przez kolejne stanowiska technologiczne.

Postępowy system obsługi składu pociągu powinien obejmować:

— odbiór składu pociągów od drużyny pociągowej na grupie przyjazdowej,

— czyszczenie wnętrz i mycie kabin sanitarnych na stanowiskach czyszczenia,

— badanie techniczne zespołów biegowych, hamulca i zawieszenia na stanowisku rewizji technicznej,
— przeformowanie składu na grupie porządkowej (grupa ta może być usytuowana równolegle do ciągu podstawowego),
— mycie zewnętrzne wagonów w myjni mechanicznej,
— przeglądy, drobne naprawy nadwozia, podwozia, hamulca, czyszczenie, wyposażenie wagonów w całopociągowej hali przeglądowej,
— podgrzewanie w okresie zimowym składów pociągów gotowych do drogi na grupie odjazdowej.

W celu wykonania przeglądów i napraw bieżących z wyłączeniem jest konieczne wybudowanie na stacjach postojowych hal przeglądowo-naprawczych z niezbędnym zapleczem warsztatowym, urządzeniami i sprzętem technicznym zapewniających wykonynie pełnego zakresu przeglądów w maksymalnie krótkim czasie.

Stacje postojowe — bazy powinny być przystosowane do:
— obsługi składów pociągów własnych,
— obsługi składów pociągów obcych kończących jazdę,
— przeglądów okresowych i napraw bieżących z wyłączeniem wagonów własnych,
— przeglądów okresowych i ciężkich napraw bieżących (awaryjnych) ze stacji pomocniczych znajdujących się w rejonie działania stacji — bazy. Stacja postojowa — baza będzie organizatorem i koordynatorem prac w zakresie utrzymania i naprawy wagonów w rejonie jej działania.

Cechą charakterystyczną stacji postojowych — baz i wagonowni zlokalizowanych na ich terenie powinno być odpowiednie wyposażenie obiektów i stanowisk pracy w zmechanizowane urządzenia montażowo-demontażowe, sprzęt diagnostyczny, urządzenia transportowe i dźwigowe, zapas zespołów, podzespołów i części zamiennych zapewniających sprawne i na wysokim poziomie technicznym wykonywanie czynności przeglądowo-naprawczych. Proces obsługowo-naprawczy będzie się sprowadzał do wymiany zespołów i podzespołów, a zatem do dominacji czynności diagnostycznych, demontażowo-montażowych i regulacyjnych.

Przy projektowaniu stacji postojowych — baz — przewidzianych do modernizacji w najbliższych latach w maksymalnym stopniu będą wykorzystywane rozwiązania techniczne i organizacyjne, sprawdzone w trakcie realizacji stacji Warszawa Grochów.

wszerz, a ponadto — wskutek jednostronnego połączenia torów ładunkowych — zyskuje się na długości stacji. Tory żeberkowe mogą być wykorzystane do wypełniania czynności ładunkowych. Duże stacje ładunkowe mają zwykle układ czołowy.

6.3. Wyposażenie stacji ładunkowych

Stacja ładunkowa zwykle jest wyposażona w następujące urządzenia:
— układ torowy,
— rampy ładunkowe różnych typów i o różnym przeznaczeniu,
— place ładunkowe,
— pomieszczenia (hale, magazyny) lub place składowe,
— wagi wagonowe i skrajniki,
— drogi dojazdowe do magazynów, ramp i placów ładunkowych,
— urządzenia do oczyszczenia, mycia i odkażania wagonów,
— urządzenia mechaniczne do wyładunku i załadunku przesyłek,
— budynki z pomieszczeniami administracyjnymi, technicznymi i socjalno-bytowymi,
— budynki nastawni lub innych posterunków ruchu,
— sieci instalacji zewnętrznych.

Układ torowy stacji ładunkowej składa się z dwóch grup: przyjazdowo-odjazdowej i rozrządowej. W grupach tych można wyróżnić:
— tory przyjazdowe i odjazdowe, o długości odpowiadającej długości pociągów towarowych i służące do przyjmowania pociągów ze stacji rozrządowej i odwrotnie,
— tory rozrządowe, służące do rozrządzania i zestawiania pociągów oraz do grupowania wagonów przeznaczonych na wspólny front ładunkowy,
— tory naładunkowe i wyładunkowe, usytuowane przy magazynach, rampach i placach ładunkowych,
— tory ułożone na wysokich nasypach lub estakadach do wyładunku materiałów sypkich,
— tory komunikacyjne dla lokomotyw manewrowych oraz łącznice,
— tory wyciągowe długości 200–300 m,
— tory odstawcze dla wagonów przeznaczonych do wyładunku i pochodzących z wyładunku,
— tory wagowe, usytuowane na przedłużeniu toru wyciągowego,
— tory do napraw wagonów uszkodzonych podczas wyładunku,
— tory do czyszczenia, mycia i odkażania wagonów,
— tory jezdne dla urządzeń dźwigowych (suwnic).

Grupy torów i ~~urządzeń ładunkowych~~ mogą być położone w układzie poprzecznym lub szeregowym. Układ szeregowy jest korzystniejszy od układu poprzecznego, ponieważ skraca przebiegi manewrowe oraz ułatwia ruch pojazdów transportowych. Liczba torów przyjazdowo-odjazdowych zależy od liczby przybywających i wysyłanych składów pociągów oraz od czasu potrzebnego na przyjęcie i przekazanie pociągów.
Liczba torów rozrządowych zależy od liczby punktów ładunkowych rozkładu jazdy i wielkości składów pociągów zdawczych.
Na dużych stacjach tory naładunkowo-wyładunkowe są budowane jako tory żeberkowe,

6

Stacje ładunkowe

6.1. Ogólna charakterystyka stacji ładunkowych

Stacje towarowe są tworzone dla zaspokojenia potrzeb technicznych (stacje rozrządowe) i handlowych (stacje ładunkowe) związanych z ruchem towarowym. Stacje towarowe są przeznaczone do zestawiania dużej liczby pociągów towarowych i wykonywania czynności związanych z nadawaniem, przechowywaniem i odbiorem drobnych przesyłek wagonowych oraz do obsługi zakładów przemysłowych, kopalń i hut, portów itp.

Na małych i średnich stacjach, z uwagi na ograniczoną liczbę przesyłek, a tym samym wagonów towarowych, nie zachodzi potrzeba wyodrębnienia układu torowego i urządzeń ładunkowych z ogólnego układu stacyjnego.

Duże miasta i ośrodki gospodarcze, charakteryzujące się bardzo dużym i zmasowanym obrotem wagonów, wymagają urządzenia oddzielnych stacji ładunkowych.

Stacje ładunkowe przeważnie są usytuowane na krańcach miast, w pobliżu obsługujących je stacji rozrządowych i mają możliwie dogodne połączenie drogowe z dzielnicami przemysłowymi i handlowymi miasta. Większe zakłady przemysłowe położone w pobliżu stacji ładunkowych mogą być z nimi połączone bocznicami kolejowymi. Stacje ładunkowe powinny być lokalizowane na terenach nieprzydatnych do celów rolniczych i budowlanych.

Stacje ładunkowe są połączone z torami głównymi stacji rozrządowych łącznicami kolejowymi, przy których odgałęzieniu znajdują się posterunki odgałęźne. Stacja ładunkowa wykonuje następujące czynności:

— handlowe — przyjmowanie przesyłek od nadawców i wydawanie ich odbiorcom, ładowanie i wyładowywanie towarów, sporządzanie dokumentów przewozowych,

— techniczno-ruchowe — przyjmowanie, wyprawianie, rozrządzanie i zestawianie pociągów, rozrządzanie wagonów przeznaczonych do tych samych punktów ładunkowych czy bocznic, podstawianie wagonów do punktów ładunkowych i zabieranie ich z tych punktów, przegląd techniczny wagonów, czyszczenie, mycie i ich dezynfekcja.

Stacje ładunkowe, zależnie od charakteru gospodarczego obsługiwanego rejonu dzielą się na:

— stacje naładunkowe, na których przeważają czynności ładunkowe,

— stacje wyładunkowe, z przewagą prac wyładunkowych,

106 — stacje naładunkowo-wyładunkowe, na których występuje zrównoważenie czynności naładunkowych i wyładunkowych.

Ze względu na rodzaj obsługiwanych ładunków stacje te dzielą się na:

— stacje ogólnego użytku, obsługujące różnego rodzaju ładunki,

— stacje specjalnego użytku, przeznaczone tylko dla jednego rodzaju ładunków, np. kontenerowe, węglowe, płodów rolnych itp.

Istnieją także stacje ładunkowe celne, przyjmujące i wysyłające przesyłki zagraniczne.

Oprócz tego, dla potrzeb ruchu towarowego buduje się stacje specjalne, a mianowicie:

— stacje przeładunkowe, budowane na styku kolei o różnych szerokościach torów, np. 1520 i 1435 mm lub 1435 i 1000 mm,

— stacje przemysłowe (hutnicze, kopalniane, miejskie stacje węglowe, stacje przelewowe, produktów naftowych i inne), obsługujące wielkie zakłady przemysłowe,

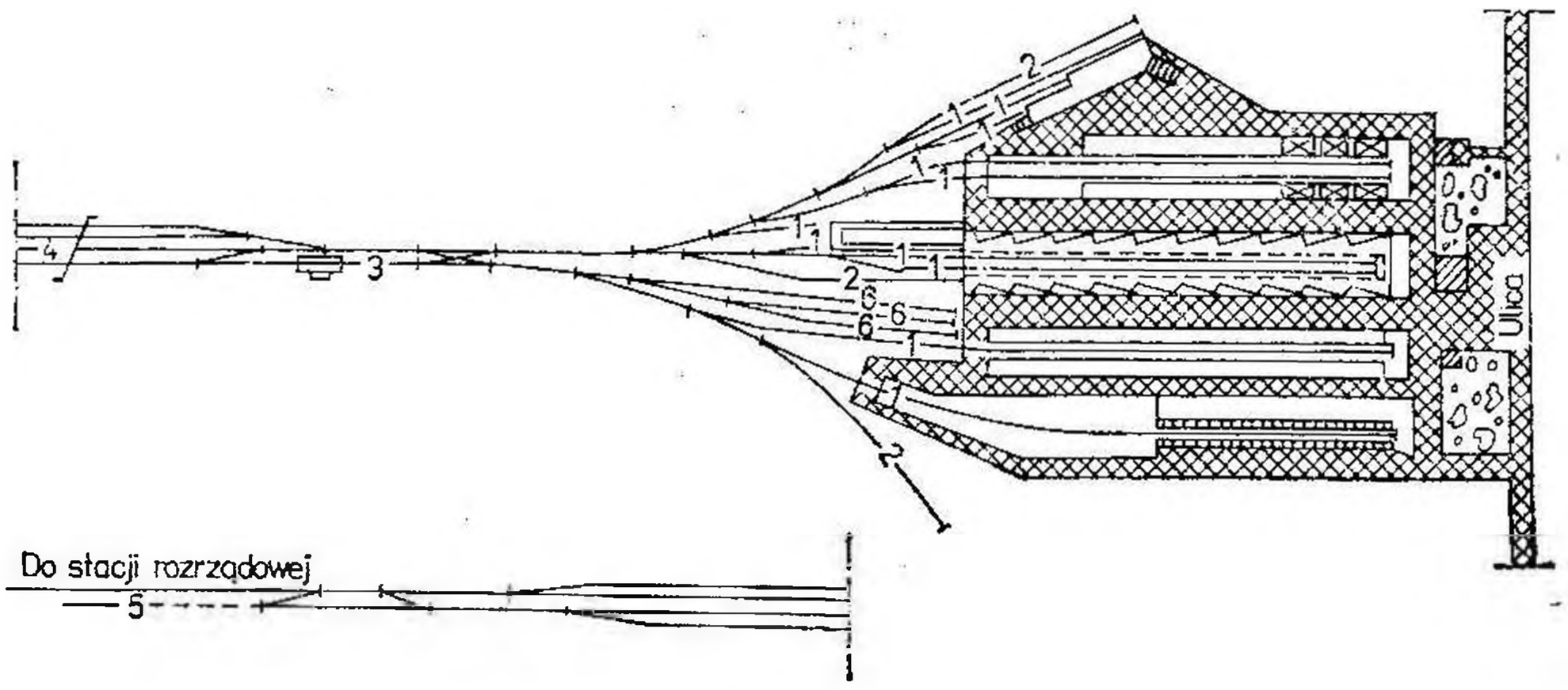
— stacje portowe, przeznaczone do przeładunku towarów z kolei na statki i odwrotnie.

6.2. Układy torów na stacjach ładunkowych

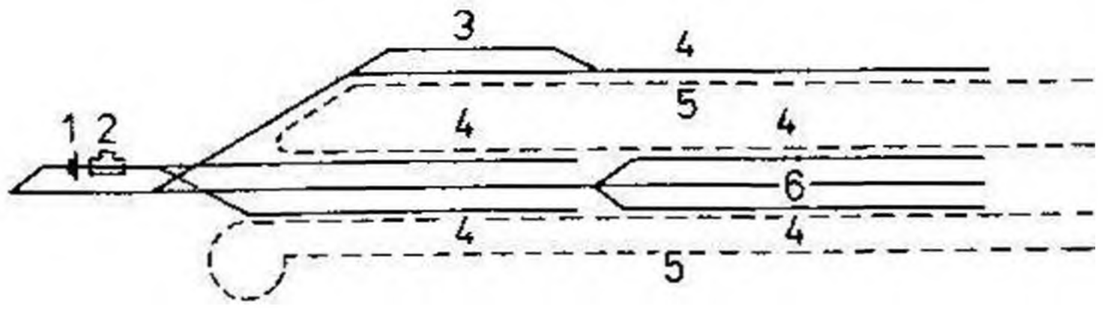
Stacje ładunkowe mogą być budowane w układzie przechodnim lub czołowym.

Stacje ładunkowe w układzie przechodnim mają połączenie z dwiema stacjami rozrządowymi lub z dwiema grupami torów rozrządowych, usytuowanych w przeciwległych końcach stacji ładunkowej. Układ ten wymaga stosowania dużej liczby skrzyżowań torów z drogami (ulicami) dojazdowymi. Niedogodności tej można uniknąć przez budowanie wiaduktów, lecz zwiększa to w znacznym stopniu koszty ogólne budowy stacji.

Stacja ładunkowa w układzie czołowym (rys. 6.1) ma połączenie ze stacją rozrządową tylko w jednym końcu. W tym przypadku można osiągnąć bezkolizyjny dojazd pojazdów drogowych do torów i urządzeń ładunkowych. Układ ten ułatwia rozbudowę stacji

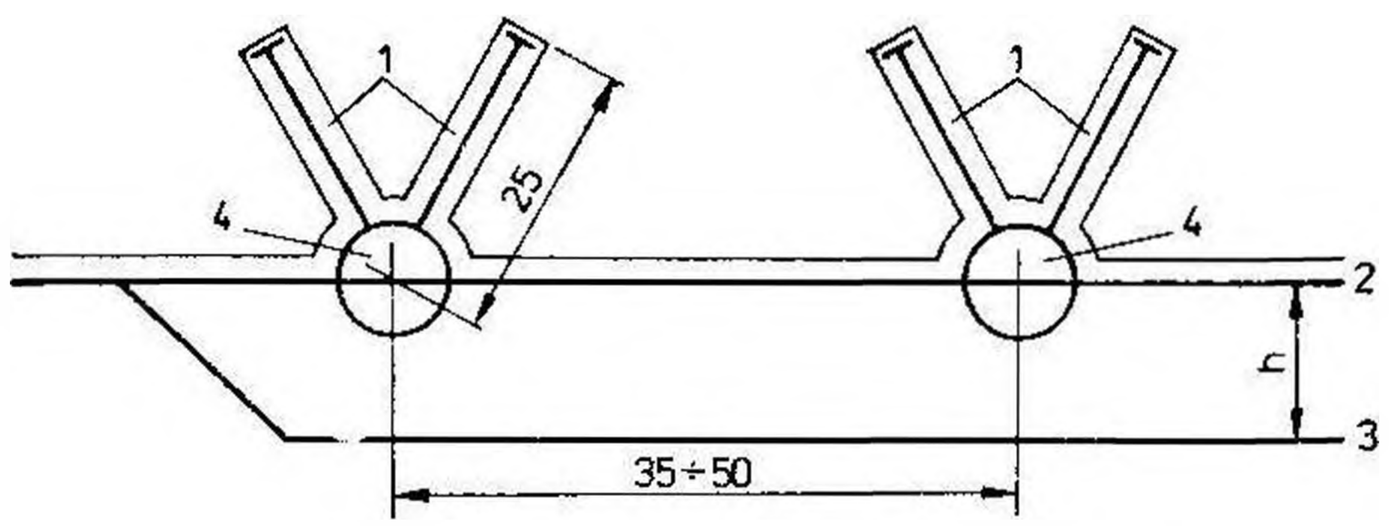


6.1. Stacja ładunkowa o układzie czołowym



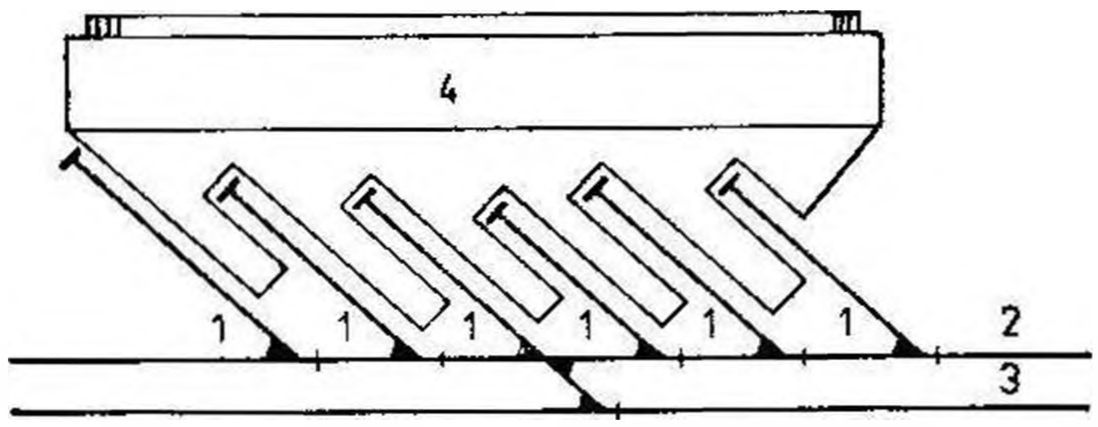
6.2.
Podłużny układ torów ładunkowych dla ładunków masowych

zakończone kozłami oporowymi. Długość użyteczna tych torów powinna wynosić około 200 m, aby nie utrudniać zabierania bądź podstawiania wagonów.
Układ torów, magazynów i ramp ładunkowych oraz ich liczba zależą przede wszystkim od rodzaju i właściwości ładunków.



6.3. Poprzeczny układ torów ładunkowych dla ładunków masowych

Tory dla ładunków masowych mogą mieć układ podłużny (rys. 6.2), poprzeczny (rys. 6.3) lub ukośny (rys. 6.4). W pobliżu tych torów powinny znajdować się również tory komunikacyjne i odstawcze.
Dla drobnych ładunków pojedynczych, a także drobnych, lecz występujących masowo, nie mogących pozostawać na wolnym powietrzu — budowane są magazyny, które mogą mieć układ odpowiedni do układu torów ładunkowych.



6.4.
Ukośny układ torów ładunkowych dla ładunków masowych

Wyładunek ładunków specjalnych (produkty naftowe, kwasy itd.) na stacjach ogólnego użytku odbywa się na wydzielonych punktach ładunkowych, oddalonych od innych urządzeń kolejowych. Naładunek bądź wyładunek zwierząt odbywa się na specjalnych rampach, zaopatrzonych w ogrodzenia i barierki oraz urządzenia do karmienia i pojenia zwierząt. Wagony po przewozie zwierząt muszą być oczyszczone, umyte i odkażone przed ich ponownym umyciem. Tory do mycia tych wagonów, w celu szybszego odpływu wody, mają tok szynowy podniesiony o 50 mm w stosunku do drugiego toku.

6.4. Stacje kontenerowe

6.4.1. Podział i funkcje stacji kontenerowych

Punkt kontenerowy jest to zespół organizacyjnie powiązanych środków technicznych, przeznaczony do czynności związanych z odprawą, przeładunkiem i innymi formami obsługi wielkich kontenerów.

Kolejowa stacja kontenerowa jest to położony na sieci kolejowej punkt eksploatacyjny o pełnym zakresie czynności technicznych i handlowych, w skład którego wchodzi co najmniej jeden punkt kontenerowy.

Ze względu na zakres wykonywanych czynności ruchowych i handlowych stacje i punkty kontenerowe można podzielić na 5 podstawowych typów:

Typ A. Krańcowa stacja kontenerowa (terminal) — jest to krańcowa stacja kursowania pociągu kontenerowego jednogrupowego lub wielogrupowego. Spełnia ona następujące funkcje:

— przyjmowanie i wyprawianie pociągów kontenerowych;
— przyjmowanie i wyprawianie pociągów zdawczych (dowozowo-odwozowych), kursujących między stacją krańcową a ciążącymi do niej krańcowymi punktami kontenerowymi lub stacjami kontenerowymi położonymi w węźle;
— zmiana pojemności pociągu kontenerowego (liczby wagonów lub sekcji w składzie pociągu), wyrażanej liczbą kontenerów określonego typu, które można załadować na dany pociąg;
— wyłączanie sekcji (lub pojedynczych wagonów) uszkodzonych lub przeznaczonych do rewizji okresowych;
— utrzymywanie rezerwy sekcji pociągowych dla pociągów kontenerowych oraz wagonów dla pociągów zdawczych;
— przeładunek kontenerów na torach układu ładunkowego w relacjach wagon — pojazd drogowy, wagon — plac, plac — wagon, pojazd drogowy — wagon, pojazd drogowy — plac, plac — pojazd drogowy oraz wagon — wagon (między pociągami kontenerowymi a pociągami zdawczymi);
— porządkowanie i grupowanie kontenerów na placu składowym i pasmach składowych;
— dowóz i odwóz kontenerów środkami transportu drogowego w rejonie obsługi stacji kontenerowej;
— odprawa handlowa przesyłek oraz rezerwacja miejsc w pociągach kontenerowych, a także — w niezbędnych przypadkach — odprawa celna i fitosanitarna kontenerów napełnianych w obrębie stacji;
— bieżące utrzymanie oraz naprawy urządzeń przeładunkowych, sprzętu placowego, urządzeń energetycznych i łączności oraz parku samochodowego, jeżeli będzie on przydzielony na stałe do danej stacji.

Typ B. Węzłowa stacja kontenerowa (zwana również terminalem) jest to krańcowa stacja kursowania pociągów kontenerowych, obsługująca więcej niż jeden kierunek, przez którą mogą kursować pociągi kontenerowe tranzytowe. Oprócz funkcji przewidzianych dla stacji typu A, na stacji typu B wykonuje się ponadto:

— przełączanie grup wagonów lub sekcji pociągowych między pociągami kontenerowymi różnych relacji;
— ewentualny przeładunek kontenerów w relacji pociąg kontenerowy — pociąg kontenerowy (praktycznie w bardzo ograniczonym zakresie); jest to wymaganie wyraźnie fakultatywne, a nie obligatoryjne.

Typ C. Krańcowy punkt kontenerowy — jest to punkt odprawy wielkich kontenerów, obsługiwany pociągami zdawczymi, grupami wagonów lub pojedynczymi wagonami z właściwej dla niego macierzystej stacji kontenerowej. Punkt taki może być zlokalizowany zarówno na bocznicy, jak i przy stacji kolejowej. Może on spełniać następujące funkcje:

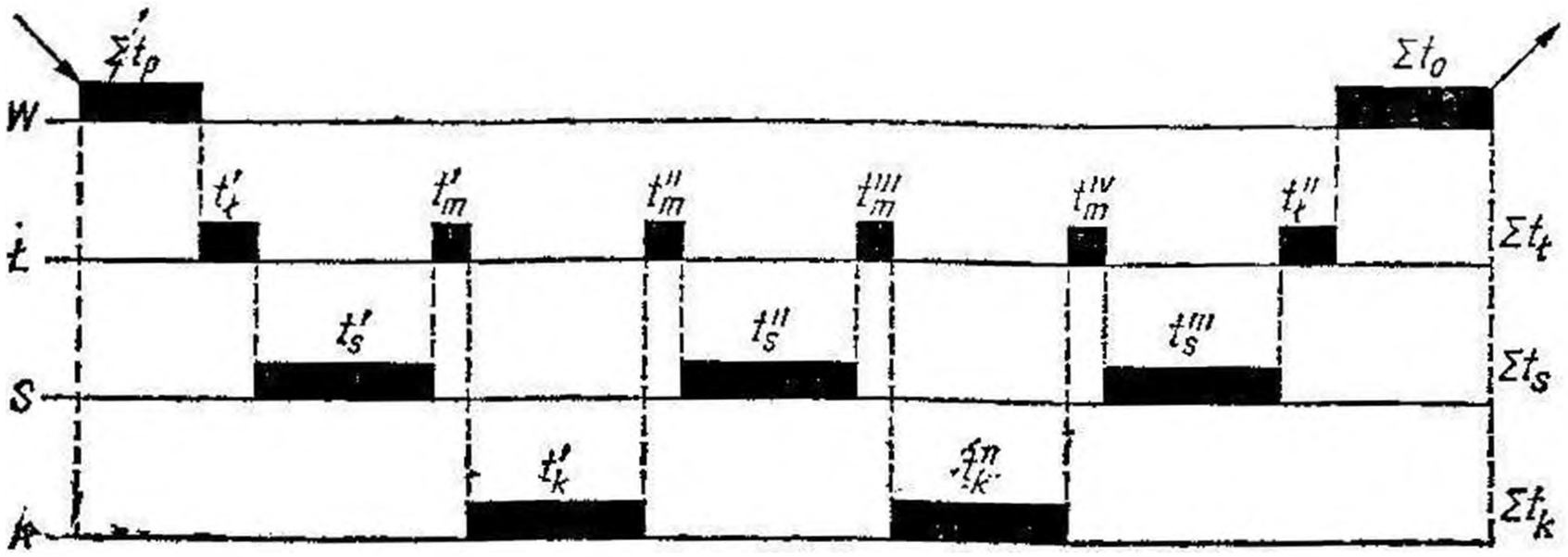
— przyjmowanie i wyprawianie pociągów zdawczych lub grup wagonów z kontenerami;
— przeładunek kontenerów na torach układu ładunkowego w relacjach wagon — pojazd drogowy, wagon — plac, plac — pojazd drogowy, pojazd drogowy — wagon, pojazd drogowy — plac oraz plac — wagon;
— porządkowanie i grupowanie kontenerów na placu składowym i pasmach składowych;
— dowóz i odwóz kontenerów środkami transportu drogowego w rejonie obsługi punktu;
— odprawa handlowa przesyłek kontenerowych, rezerwacja miejsc kontenerowych w pociągach zdawczych między punktem a obsługującą go stacją oraz awizowanie kontenerów stacji obsługującej w celu zapewnienia miejsc w pociągach kontenerowych;
— bieżące utrzymanie urządzeń i sprzętu przeładunkowego oraz urządzeń łączności (niezbędne naprawy wykonuje z reguły ekipa macierzystej stacji kontenerowej).

Typ D. Pośrednia stacja kontenerowa — jest to stacja położona na trasie przebiegu pociągów kontenerowych, na której wykonuje się odprawy wielkich kontenerów wymieniając je podczas postoju pociągu kontenerowego, przechodzącego przez tę stację tranzytem. Do jej funkcji należy zaliczyć:

— przyjmowanie i wyprawianie tranzytowych pociągów kontenerowych;
— przeładunek kontenerów w relacjach wagon — plac, plac — pojazd drogowy, pojazd drogowy — plac i plac — wagon (w wyjątkowych przypadkach w relacji wagon — pojazd drogowy i pojazd drogowy — wagon);
— porządkowanie kontenerów na placu składowym i na pasmach składowych,
— dowóz i odwóz kontenerów w swoim rejonie obsługi;
— odprawa handlowa przesyłek oraz rezerwowanie miejsc w przechodzących (tranzytowych) pociągach kontenerowych;
— bieżące utrzymanie urządzeń sprzętu i środków łączności.

Typ E. Punkt wymiany grupy relacyjnych (sekcji) — jest to punkt położony na skrzyżowaniach tras pociągów kontenerowych, w którym nie wykonuje się w zasadzie odprawy kontenerów miejscowych, lecz jedynie wymienia grupy wagonowe (sekcje pociągowe) między pociągami kontenerowymi różnych relacji. Do jego zadań należy:

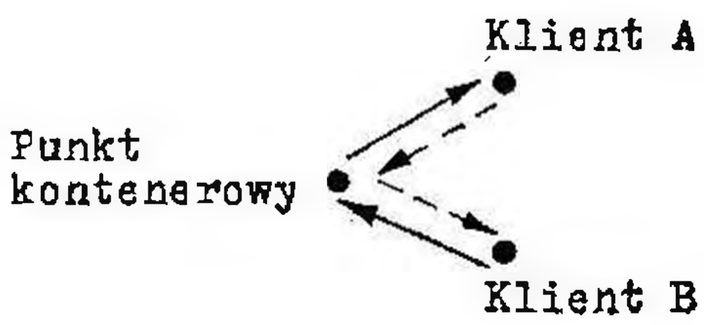
— przyjmowanie i wyprawianie pociągów kontenerowych tranzytowych;
— manewry związane z wymianą grup wagonowych (sekcji pociągowych) w pociągach kontenerowych tranzytowych;



6.5. Ramowy schemat pobytu kontenera w obrębie rejonu obsługi punktu kontenerowego [72]

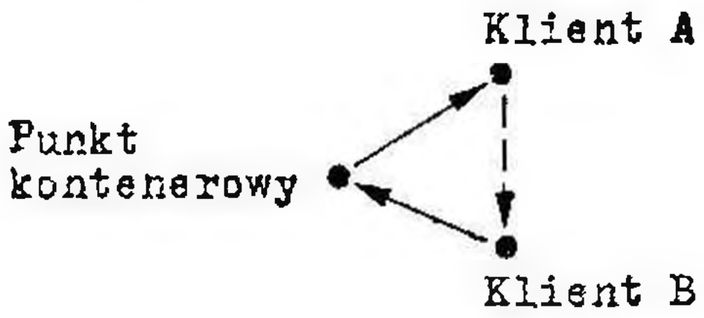
W — pobyt kontenera na wagonie, *Ł* — czynności przeładunkowe, *S* — powierzchnie składowe, *K* — klienci, Σt_l — łączny czas manipulacji przeładunkowych z kontenerem, Σt_s — łączny czas pobytu kontenera na powierzchniach składowych, Σt_k — łączny czas pobytu kontenera poza punktem kontenerowym (w dowozie — odwozie i u klienta). Pozostałe objaśnienia podano w tekście

Obieg gwiaździsty



Obieg wahadłowy

Obieg okrężny

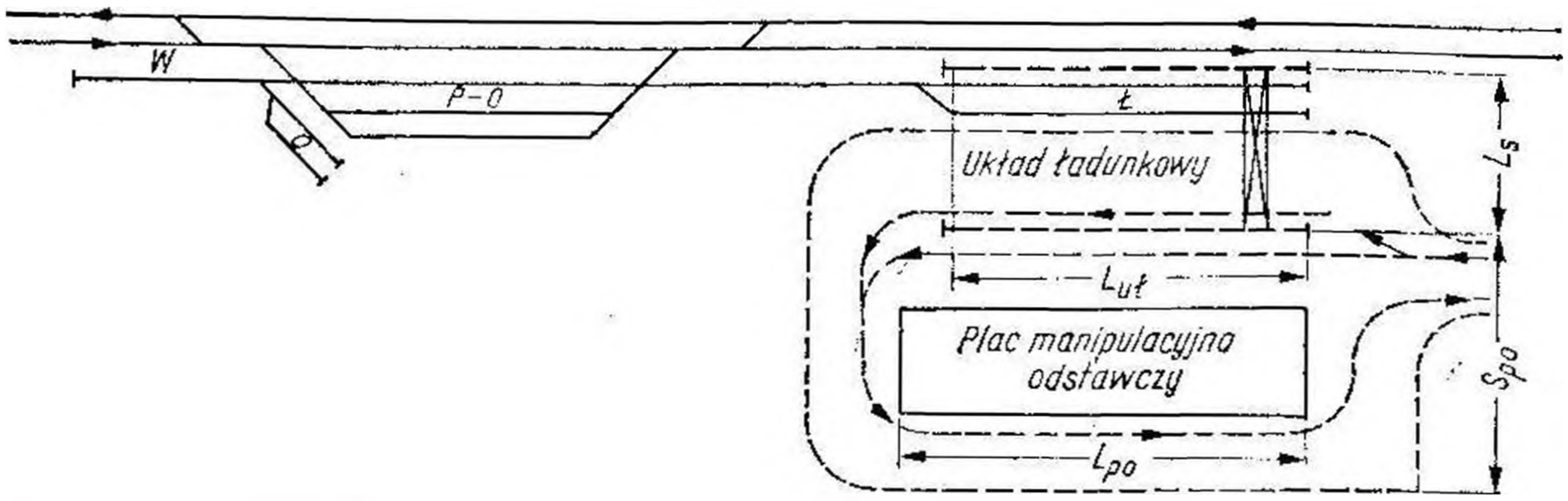


przewóz kontenera ładownego

przewóz kontenera próżnego

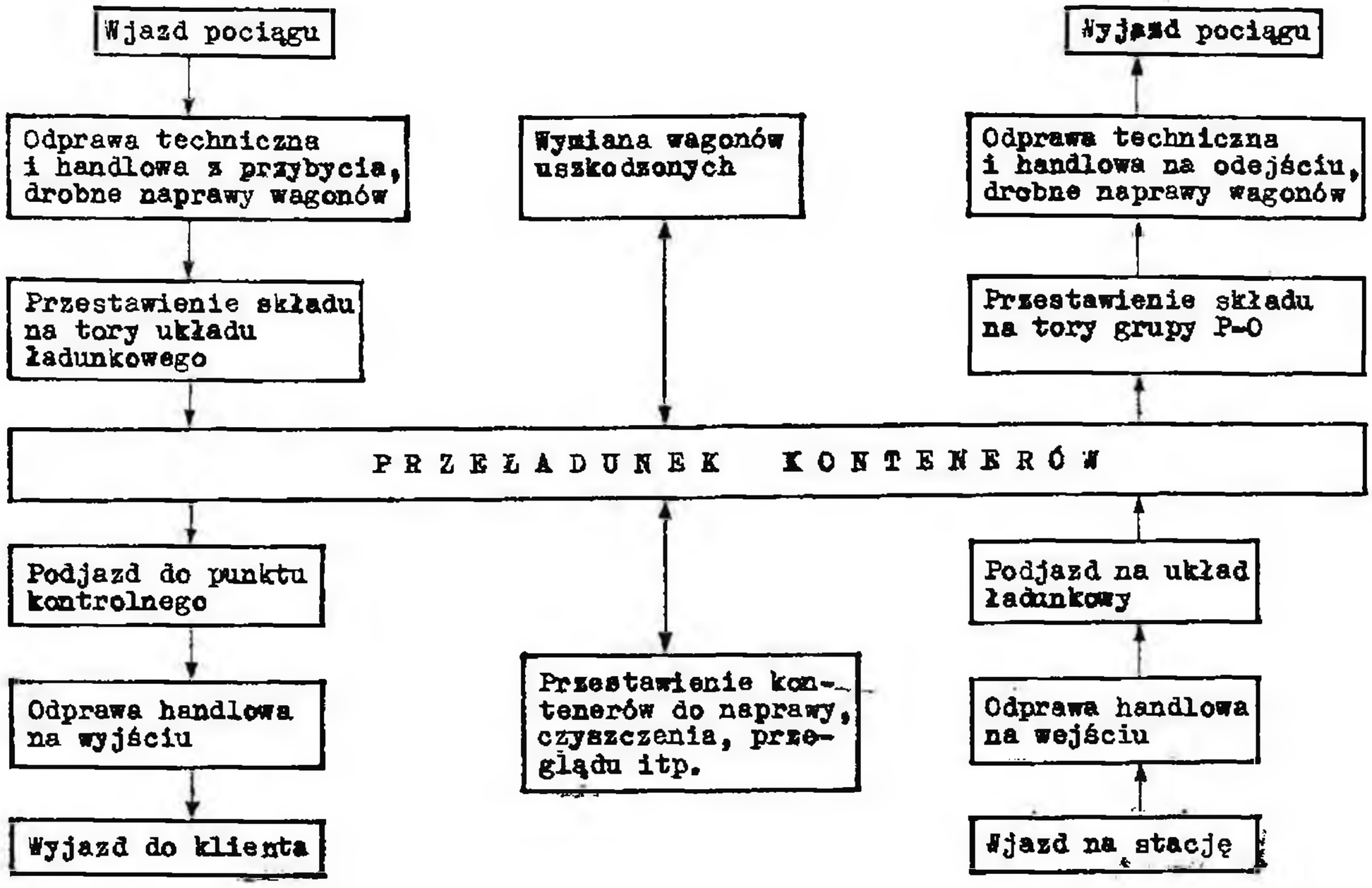
6.6
Warianty obiegu kontenera między punktem kontenerowym a klientami [72]

— postój grup wagonowych (sekcji) w oczekiwaniu na włączenie do właściwego pociągu kontenerowego;
— fakultatywnie — wyłączanie pojedynczych uszkodzonych wagonów lub awaryjny przeładunek pojedynczych kontenerów z wagonów uszkodzonych. Ramowy schemat pobytu kontenera w obrębie rejonu obsługi punktu kontenerowego ilustruje ry-



6.7. Ogólny schemat punktu kontenerowego [72]

L_{po} — długość powierzchni manipulacyjno-odstawczej, L_s — rozpiętość suwnicy równa szerokości układu ładunkowego, $L_{uł}$ — długość układu ładunkowego, Ł — grupa torów ładunkowych, O — grupa torów odstawczych, P–O — grupa torów przyjazdowo-odjazdowych, S_{po} — szerokość powierzchni manipulacyjno-odstawczych, W — tor wyciągowy



6.8. Schemat blokowy czynności przy przejściu kontenerów przez stację kontenerową [72]

sunek 6.5 [72]. Obieg kontenera między punktem kontenerowym a odbiorcą przedstawiono na rysunku 6.6 [72].

Ogólny schemat punktu kontenerowego z elementami bezpośrednio związanymi z obsługą techniczną kontenerów przedstawiono na rysunku 6.7 [72].

Czynności obsługowe przy przejściu kontenera przez kolejową stację kontenerową na styku kolej — droga ilustruje rysunek 6.8 [72].

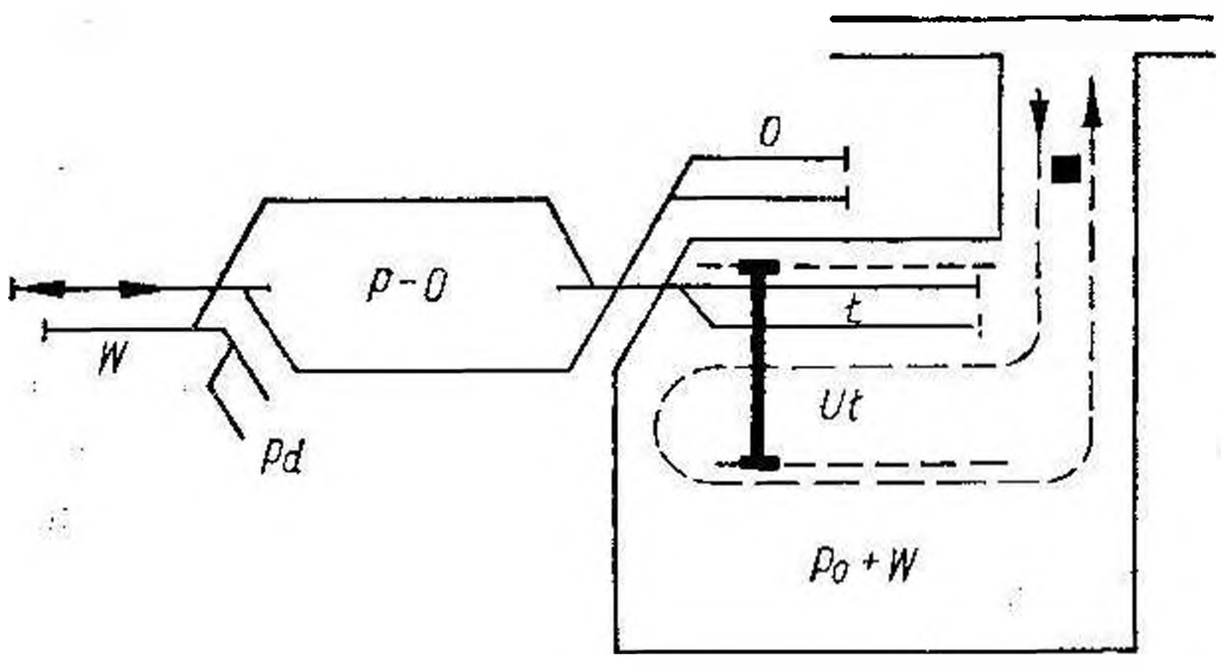
W UIC wyróżnia się 3 podstawowe grupy obiektów kontenerowych, a mianowicie:

a — grupę obiektów kontenerowych lądowych, obejmującą trzy typy modelowe na styku kolej — droga (oznaczonych wg UIC symbolami ESt 1a, ESt 1b i ESt 2) oraz jeden typ modelowy na styku kolej — samolot (oznaczony wg UIC symbolem EF);

b — model obiektów kontenerowych na styku kolej — woda do obsługi kolejowej portu śródlądowego i małego portu morskiego (oznaczony wg UIC symbolem ES 1);

c — model obiektów kontenerowych na styku kolej — woda do obsługi kolejowej w dużym porcie morskim (oznaczony wg UIC symbolem ES 2).

Czynności obsługowe przy przejściu kontenera przez kolejową stację kontenerową na styku kolej — droga ilustruje rysunek 6.8.



6.9
Schemat modelowy stacji kontenerowej o symbolu ESt 1a według UIC

W — wyciąg, *Pd* — tory porządkowe, *P-O* — grupa torów przyjazdowo-odjazdowych, *O* — tory odstawcze, *Ł* — tory ładunkowe, *Ul* — układ ładunkowy, *Po+W* — plac odstawczy i obiekty obsługowe

Schemat modelowy o symbolu ESt 1a, wg UIC (rys. 6.9), przedstawia stację kontenerową zlokalizowaną na styku kolej — droga. Jest ona rozplanowana w formie czołowej, o rozwinięciu poprzecznym układu obsługowego i wydzielonych poza układem ładunkowym placach składowo-odstawczych. Stacja może obsługiwać kontenery, przychodzące w zwartych pociągach kontenerowych, w pociągach zdawczych, grupach wagonów lub na pojedynczych wagonach.

Tego typu obiekty najlepiej nadają się na punkty kontenerowe rozmieszczone poza siecią kontenerowych linii kolejowych oraz do obsługi portów morskich o licznych, rozdzielonych nabrzeżach kontenerowych, wyposażonych w magazyny z własnymi bocznicami i utrudnionym dojazdem transportem drogowym (odpowiadają one pod względem funkcji — typom A i C).

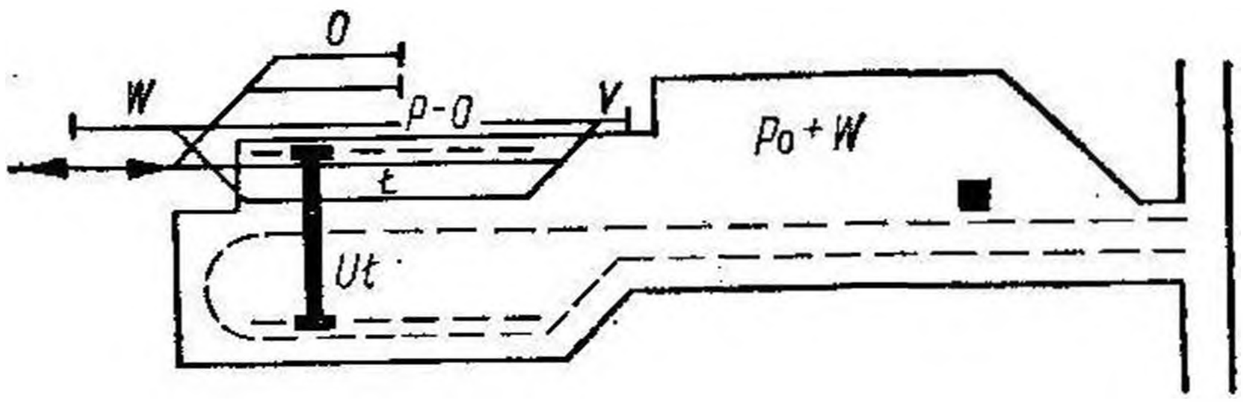
Stacja kontenerowa składa się:

— w części stanowiącej układ torów grupy *P–O* z wyciągiem (*W*) i grupy porządkowej (*Pd*), toru komunikacyjnego, torów odstawczych dla wagonów uszkodzonych i grup zdawczych (przy wyłącznej obsłudze zwartych pociągów kontenerowych tory grupy *Pd* są zbędne);

— w części stanowiącej układ drogowy z drogi ładunkowej oraz placów składowo-odstawczych (*Po*) wraz z zapleczem technicznym i administracyjno-socjalnym;

— w części stanowiącej układ ładunkowy z torów ładunkowych (*Ł*), suwnicy bramowej oraz pasm składowych w rejonie podsuwnicowym wraz z drogą ładunkową.

114



6.10
Schemat modelowy stacji kontenerowej o symbolu ESt 1 b według UIC

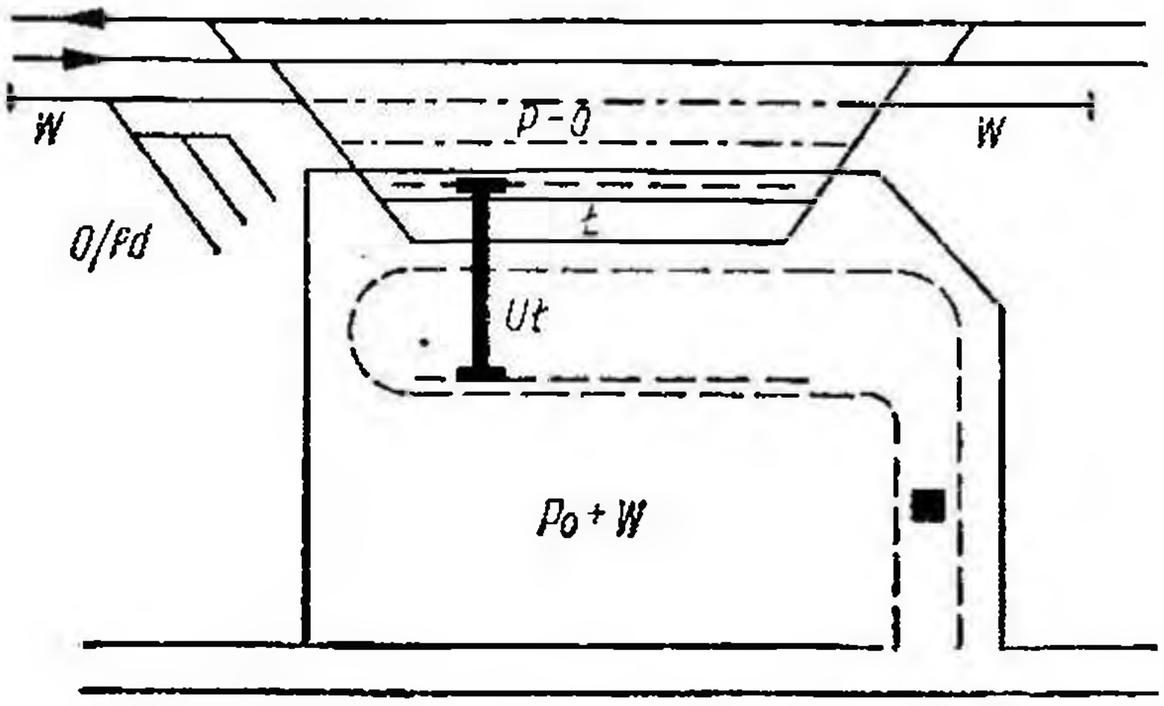
W — wyciąg, *O* — tory odstawcze, *P—O* — tor przyjazdowo-odjazdowy, *Ł* — tory ładunkowe, *Ul* — układ ładunkowy, *V* — żeberko lokomotywowe, *Po+W* — plac odstawczy i obiekty obsługowe

Schemat modelowy o symbolu ESt 1b, wg UIC (rys. 6.10) przedstawia również formę czołową kolejowej stacji kontenerowej, ale w rozwiniętym podłużnie układzie obsługowym. Rozwiązanie to jest przystosowane głównie do obsługi zwartych pociągów kontenerowych o trakcji spalinowej. Ze względu na wydłużony kształt układu obiekt może stanowić krańcowy punkt kontenerowy przy węzłowej stacji konwencjonalnej lub satelitarną kontenerową stację dzielnicową, zlokalizowaną przy dzielnicy przemysłowo-składowej dużej aglomeracji miejskiej (funkcjonalnie: trzy typy A lub C). Jego obsługa może być wykonywana z wykorzystaniem lokomotywy pociągowej.

W części stanowiącej układ kolejowy stacja o schemacie modelowym ESt 1b składa się z toru wjazdowego, którego bezpośrednim przedłużeniem jest jeden z torów ładunkowych (*Ł*) w rejonie podsuwnicowym układu ładunkowego (na który wjeżdżają kontenerowe pociągi liniowe ze szlaku i z którego wyjeżdżają po zakończeniu procesu obsługowego bez żadnych jazd manewrowych żeberka lokomotywowego (*V*), toru komunikacyjnego z wyciągiem (*W*) i grupy torów odstawczo-porządkowych (*O*).

Pociągi kontenerowe liniowe wjeżdżają ze szlaku na tor ładunkowy i po zakończeniu procesu obsługowego wyjeżdżają z niego bez żadnych jazd manewrowych. Tory odstawczo-porządkowe mogą służyć do wyłączania uszkodzonych wagonów oraz do łączenia grup zdawczych wagonów.

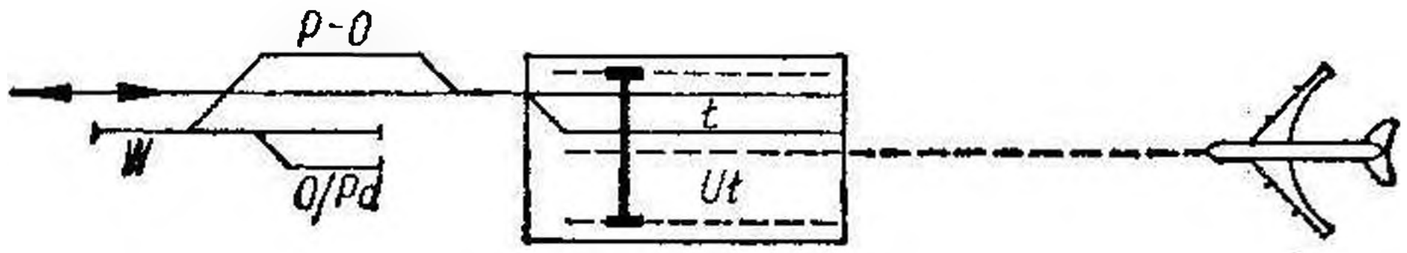
Część drogowa stacji jest podobna do przedstawionej w schemacie modelowym ESt 1a. Dzięki zlokalizowaniu placów składowo-odstawczych między rejonem podsuwnicowym układu ładunkowego a budynkiem odprawy środków transportu drogowego, przy przemieszczaniu kontenerów czasowo składowanych, uzyskuje się skrócenie dróg przebiegu środków transportu wewnętrznego oraz korzyści organizacyjne w nadzorze.



6.11
Schemat modelowy stacji kontenerowej o symbolu ESt 2 według UIC

W — wyciąg, *O/Pd* — tory odstawcze/porządkowe, *P–O* — grupa torów przyjazdowo-odjazdowych, *Ł* — tory ładunkowe, *Ul* — układ ładunkowy, *Po+W* — plac odstawczy i obiekty obsługowe

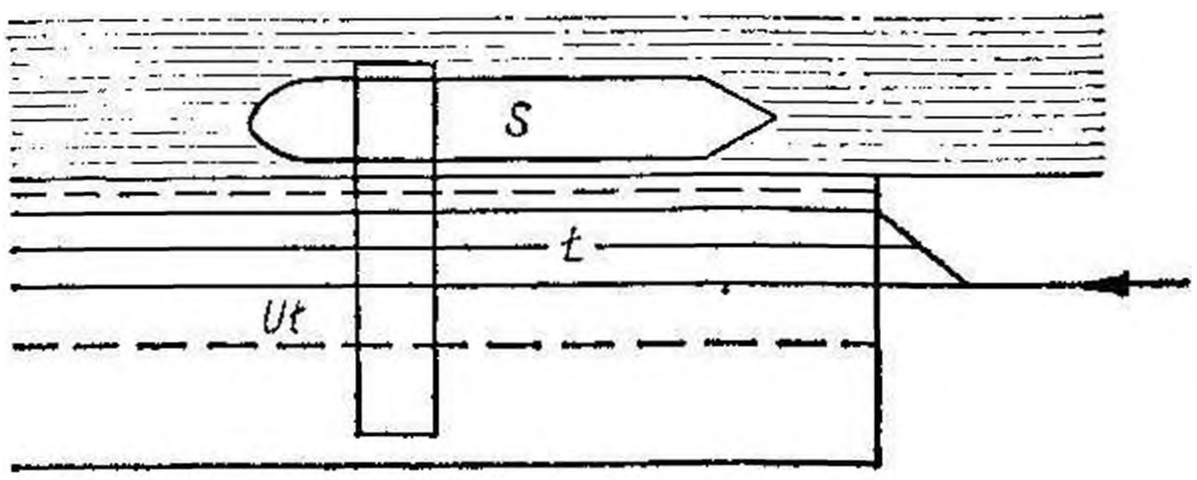
Część stanowiąca układ ładunkowy stacji jest analogiczna jak w ESt 1a. Schemat modelowy o symbolu ESt 2 wg UIC (rys. 6.11) przedstawia stację kontenerową w formie przejściowej z poprzecznym rozwinięciem układu obsługowego. Rozwiązanie takie jest optymalne przy obsłudze zwartych pociągów kontenerowych o trakcji spalinowej, które mogą bezpośrednio wjeżdżać na tory ładunkowe (*Ł*) rejonu podsuwnicowego w układzie ładunkowym i z nich wyjeżdżać. Przy trakcji elektrycznej oraz przy obsłudze grup wagonów kontenerowych zdawczych konieczne jest wstępne przyjęcie na torach grupy *P–O*, z których przybył zwarty pociąg kontenerowy może być wyciągnięty lokomotywą manewrową na któryś z wyciągów (*W*) i wstawiony na tory ładunkowe (*Ł*). Czynności przygotowania składu do odjazdu przebiegają w odwrotnej kolejności.
W przypadku grup zdawczych wagonów kontenerowych wyłączanych z konwencjonalnego pociągu zbiorowego na stacji kontenerowej kieruje się te wagony lub grupy wagonów na tor wyciągowy (*W*) i wstawia na jeden z torów ładunkowych (*Ł*) w układzie ładunkowym. Przy ściąganiu z torów (*Ł*) porządkuje się wagony w grupy na torach odstawczych lub porządkowych i podłącza do składu pociągu zdawczego, zbiorowego lub przebiegającego tranzytem. Schemat ten nadaje się dla stacji węzłowych i pośrednich (funkcjonalnie: typy B i D).



6.12. Schemat modelowy stacji kontenerowej o symbolu EF według UIC

W — wyciąg, *P—O* — grupa torów przyjazdowo-odjazdowych, *O/Pd* — tory odstawcze/porządkowe, *Ł* — tory ładunkowe, *Ut* — układ ładunkowy

Schemat modelowy o symbolu EF wg UIC (rys. 6.12) przedstawia układ obsługowej stacji kontenerowej w porcie lotniczym. Ze względów technicznych konieczne jest rozdzielenie bezpośrednich wyładunków i naładunków w relacjach kolej — samolot i odwrotnie. Kontenery z wagonów kolejowych przeładowuje się poprzecznie do osi układów torowych, zaś naładunek do ładowni samolotu i wyładunek z niej następuje przez wrota w dziobie i ogonie przy użyciu transportera rolkowego, umieszczonego jako wyposażenie stałe w ładowni samolotu. Przy takim układzie oraz wystarczająco długich postojach technicznych place odstawcze są zbędne.
Schemat modelowy o symbolu ES 1 wg UIC (rys. 6.13) przedstawia układ obsługowy typu kolej — statek dla portów śródlądowych oraz niewielkich portów morskich o długich nitkach torów kolejowych na jednym nabrzeżu (położonych zazwyczaj w ujściach

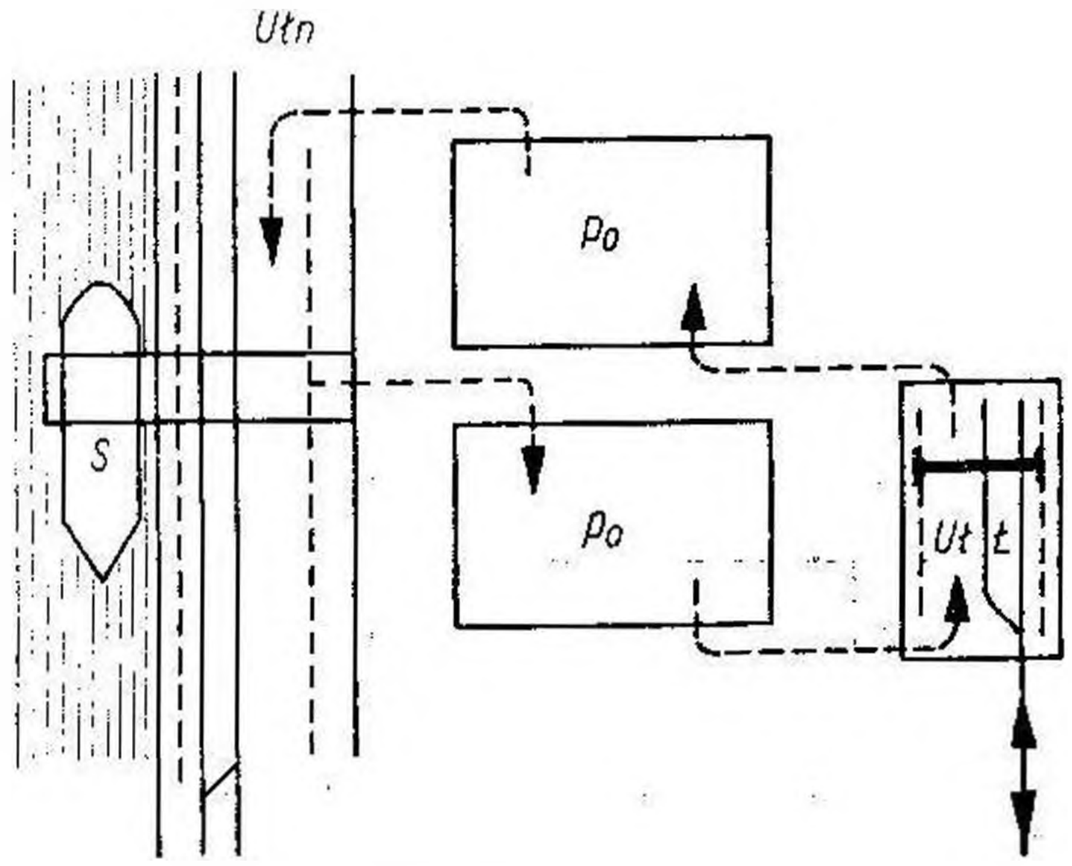


6.13
Schemat modelowy stacji kontenerowej o symbolu ES 1 według UIC

S — statek, *Ł* — tory ładunkowe, *Ut* — układ ładunkowy

rzek), przyjmujących statki z możliwością załadunku do 200 kontenerów na dobę. Jest to rozwiązanie analogiczne do schematu modelowego ESt 1 dla stacji kontenerowych zlokalizowanych na styku kolej — droga.

Punkt może być obsługiwany zarówno zwartymi pociągami kontenerowymi, jak i grupami wagonów kontenerowych przy zastosowaniu przeładunku pośredniego z wagonów kontenerowych i pojazdów transportu drogowego na pasma składowe rejonu podsuwnicowego (suwnicy nadbrzeżnej) i odwrotnie. Sporadycznie mogą występować przeładunki bezpośrednie jednokierunkowe (albo tylko z pojazdów na statek, albo tylko ze statku na pojazd). Układ ten jest również wygodny przy adaptacji istniejących nabrzeży portowych, gdyż daje to możliwość równoczesnej obsługi kilku stojących kolejno przy nabrzeżu statków naraz.



6.14
Schemat modelowy stacji kontenerowej o symbolu ES 2 według UIC

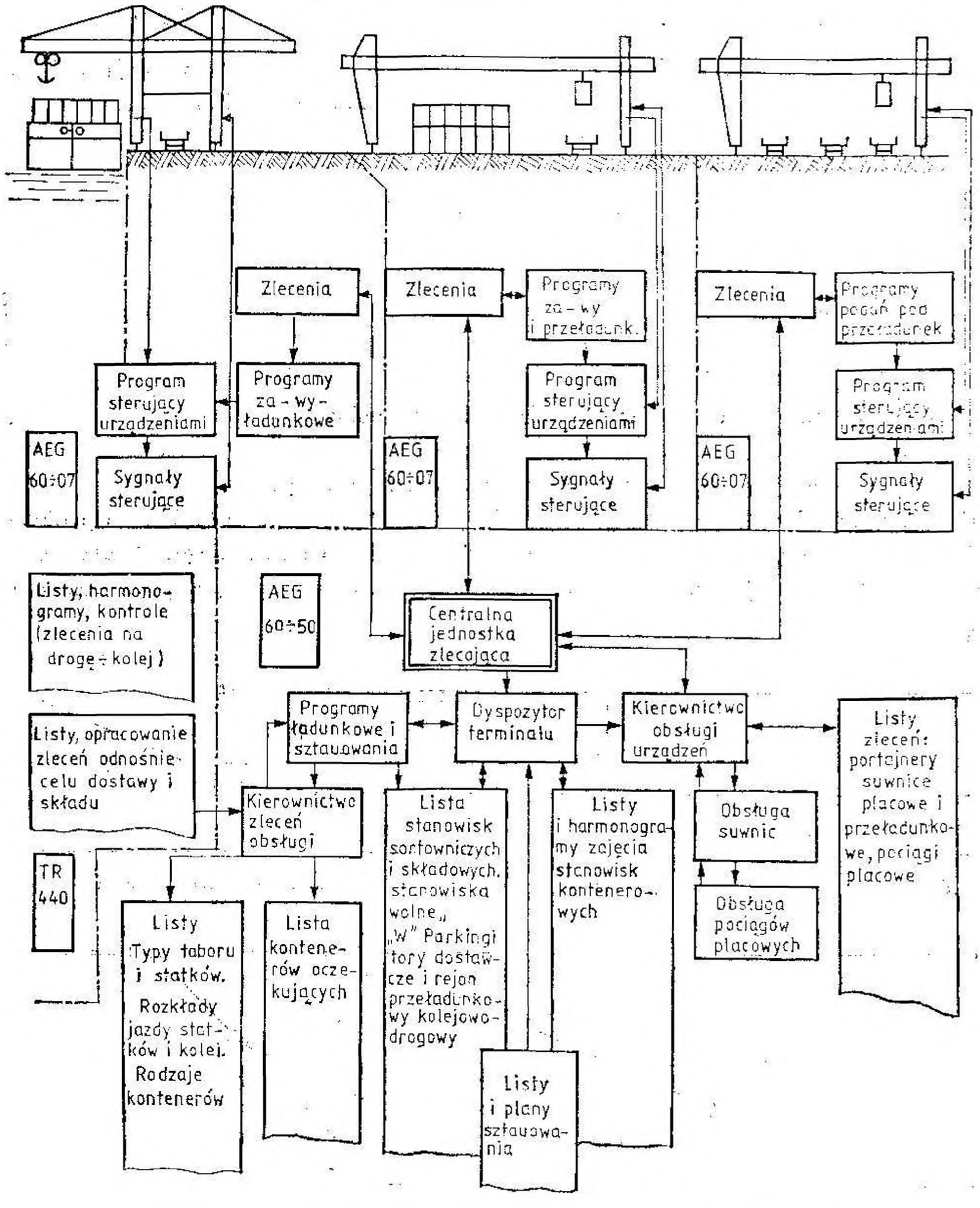
S — statek, *Uln* — układ ładunkowy nabrzeżny, *Po* — place składowo-odstawcze, *Ul* — układ ładunkowy kolejowy, *Ł* — tory ładunkowe

Schemat modelowy o symbolu ES 2 wg UIC (rys. 6.14) przedstawia układ obsługowy: kolej — droga — plac składowo-manipulacyjny — statek i odwrotnie, stosowany w portach morskich przy obsłudze statków oceanicznych o ładowności 1000 i więcej kontenerów (kontenerowce drugiej generacji). Przy statkach o tak dużych ładownościach przewożących kontenery 20′, 30′, 40′, konieczne jest składowanie ich na placach odstawczych z zastosowaniem rejonizacji i rezerwacji miejsc na z góry wyznaczonych stanowiskach. Umożliwia to szybki na i wyładunek statków wg planów sztauowania. Z tych samych względów stosuje się rozdzielenie układów ładunkowych kolei i nabrzeża kontenerowego. Systemowy model obsługi stacji kontenerowej w porcie morskim przedstawia rysunek 6.15 [60].

6.4.2. Lokalizacja punktu kontenerowego a ochrona środowiska

Aczkolwiek punkty i stacje kontenerowe są mniej uciążliwe dla otoczenia niż klasyczne stacje ładunkowe, niemniej należy przy ich zakładaniu przestrzegać zasady lokalizacji stacji towarowych, a przede wszystkim zwrócić uwagę na:

— możliwość utworzenia strefy ochronnej zieleni, odcinającej teren stacji od zabudowy mieszkaniowej aglomeracji miejskich;



6.15. Systemowy model obsługi stacji kontenerowej w porcie morskim [60]

— usytuowanie, chroniące wody gruntowe terenów przyległych przed mieszaniem się z wodami obszaru stacji, które nie zostały przejęte przez sieć kanalizacyjną, zawierającymi fenol i pochodne naftowe (zabezpieczenie przed kontaminacją i infiltracją z układów odwodnieniowych stacji).

Ze względu na hałas powstający przy pracy suwnicy oraz zestawów odwozowo-dowozowych transportu zewnętrznego i wewnątrzstacyjnego, należy unikać lokalizacji stacji kontenerowych w rejonach mieszkalnych, administracyjnych i w bliskości szkół.

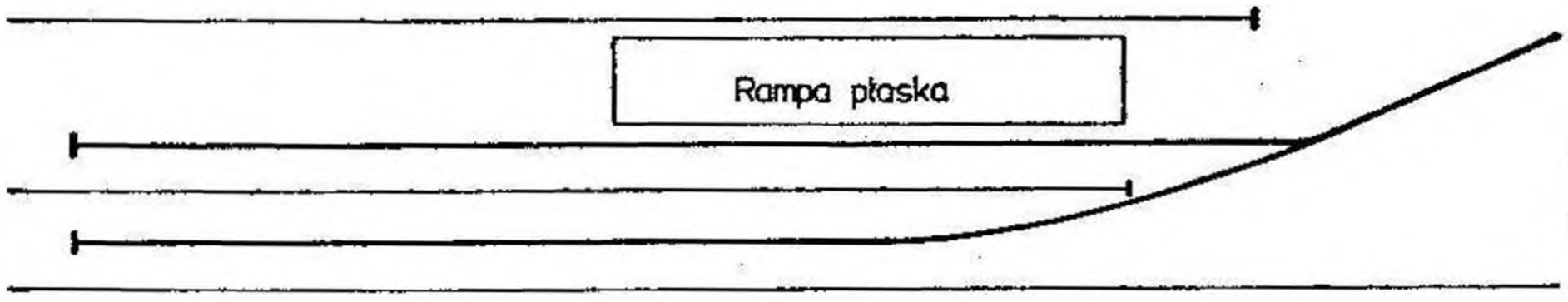
6.5. Stacje przeładunkowe, przemysłowe i portowe

Stacje przeładunkowe są budowane w węzłach kolejowych, w których zbiegają się linie o różnych szerokościach torów, np. 1435 i 1520 mm lub 1435 i 1000 mm.

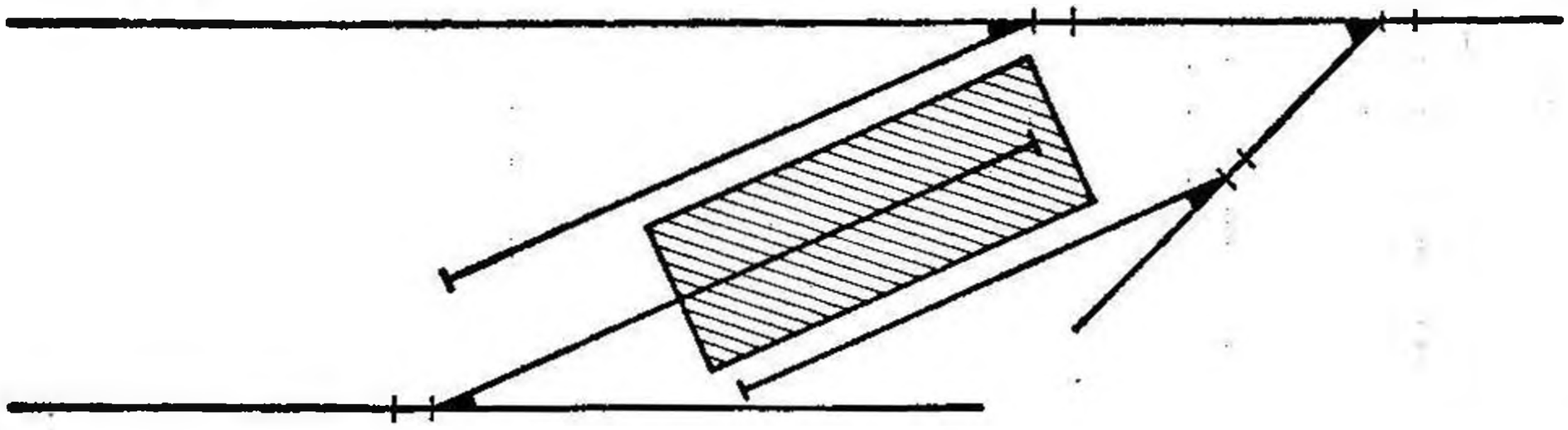
Układ torowy stacji przeładunkowej obejmuje:

— grupę przyjazdową,
— górkę rozrządową z torami kierunkowymi,
— tory przeładunkowe,
— tory wagowe,
— tory wyciągowe,
— tory komunikacyjne,
— tory lokomotywowe i naprawcze,
— tory do zestawiania składów po wyładunku wagonów,
— tory odjazdowe,
— inne tory w zależności od potrzeb technologicznych stacji.

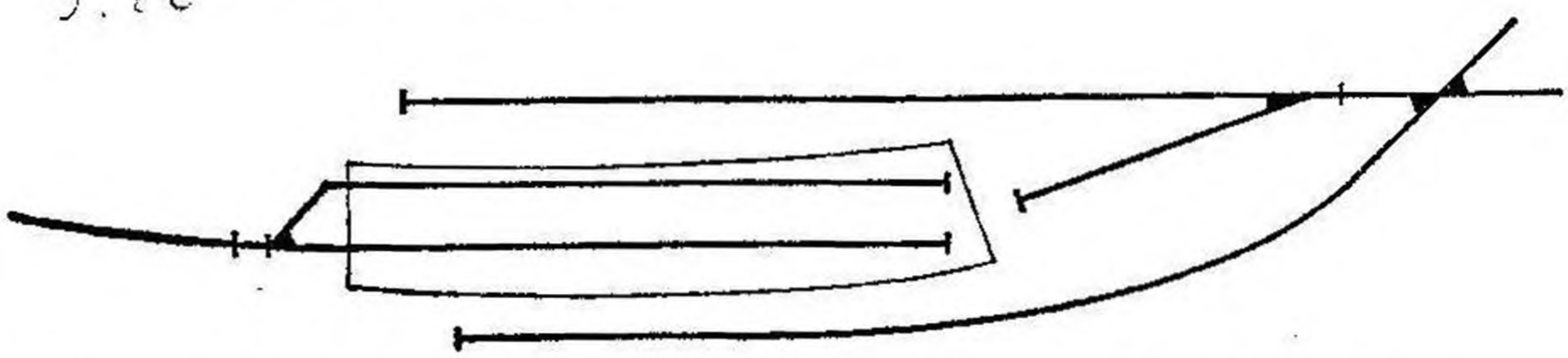
Tory te przy dojazdach do stacji i ramp ładunkowych tworzą sploty torów. Na podkładzie są przymocowywane toki szynowe toru normalnego i szerokiego. Rozdzielenie tych torów następuje przez zastosowanie krzyżownicy zwyczajnej z przynależnymi kierownicami.



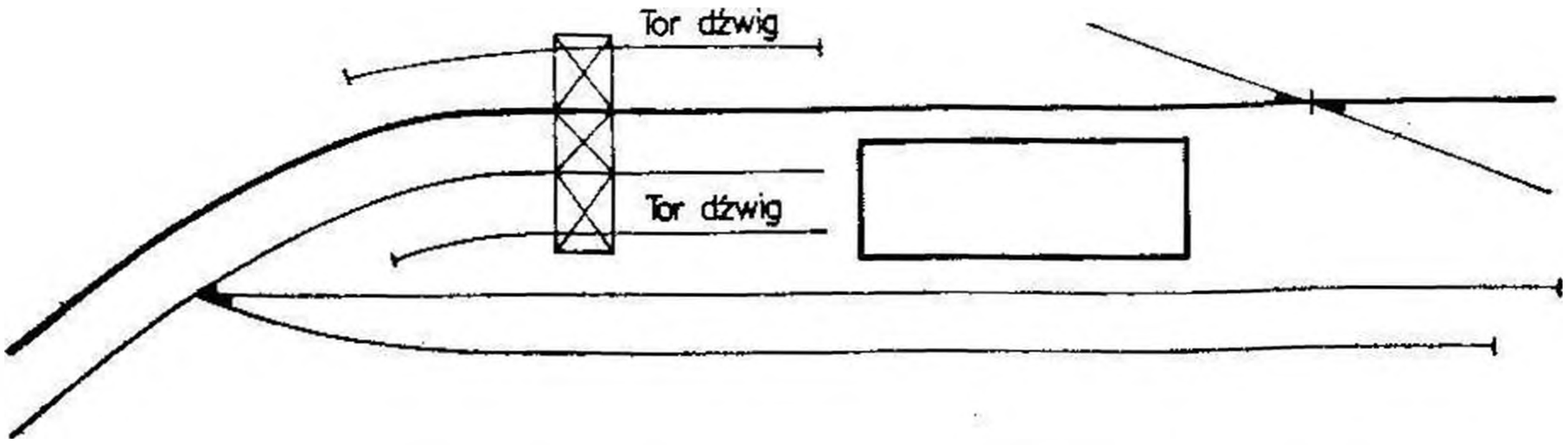
6.16. Punkt przeładunkowy dla różnych towarów oraz metali z wagonów szerokich



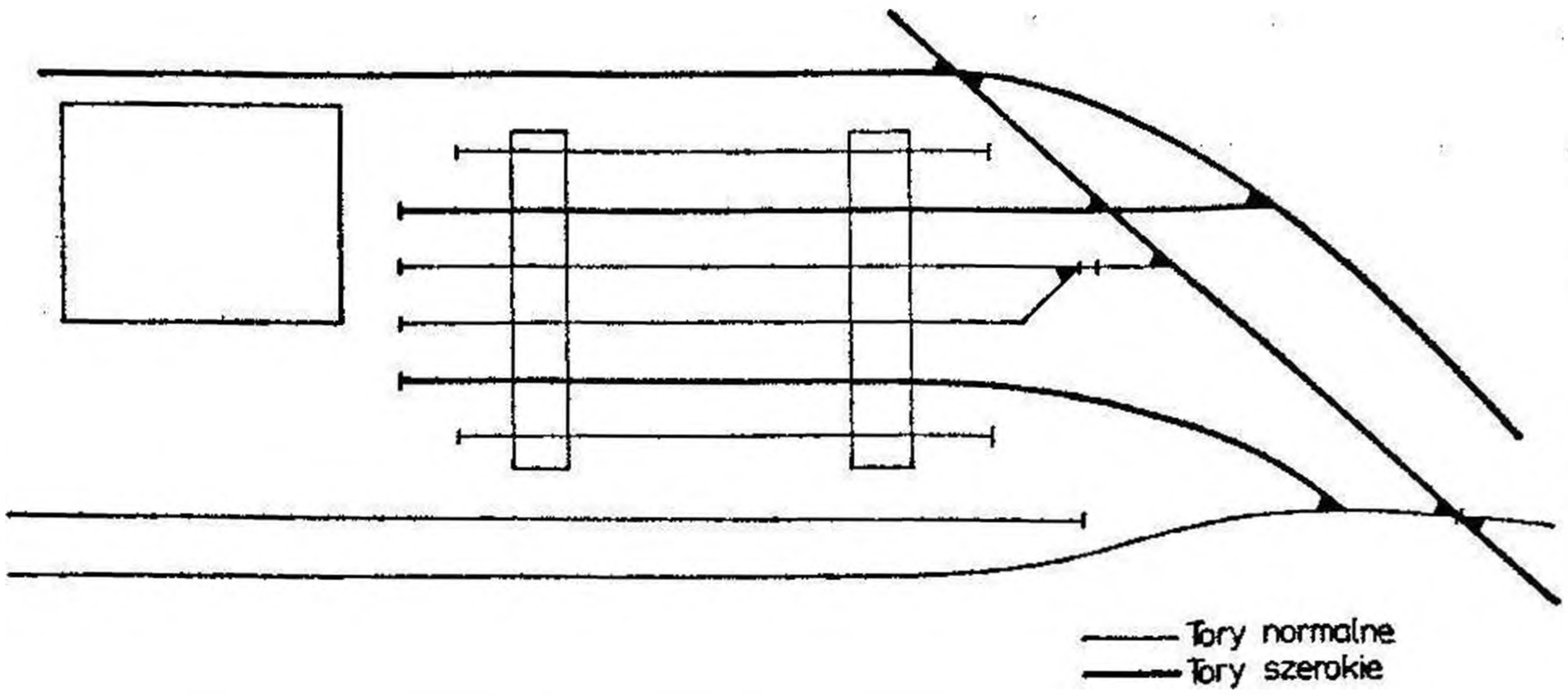
6.17. Punkt przeładunkowy dla wyładunku rudy z wagonów szerokich na rampie i załadunku do wagonów normalnych



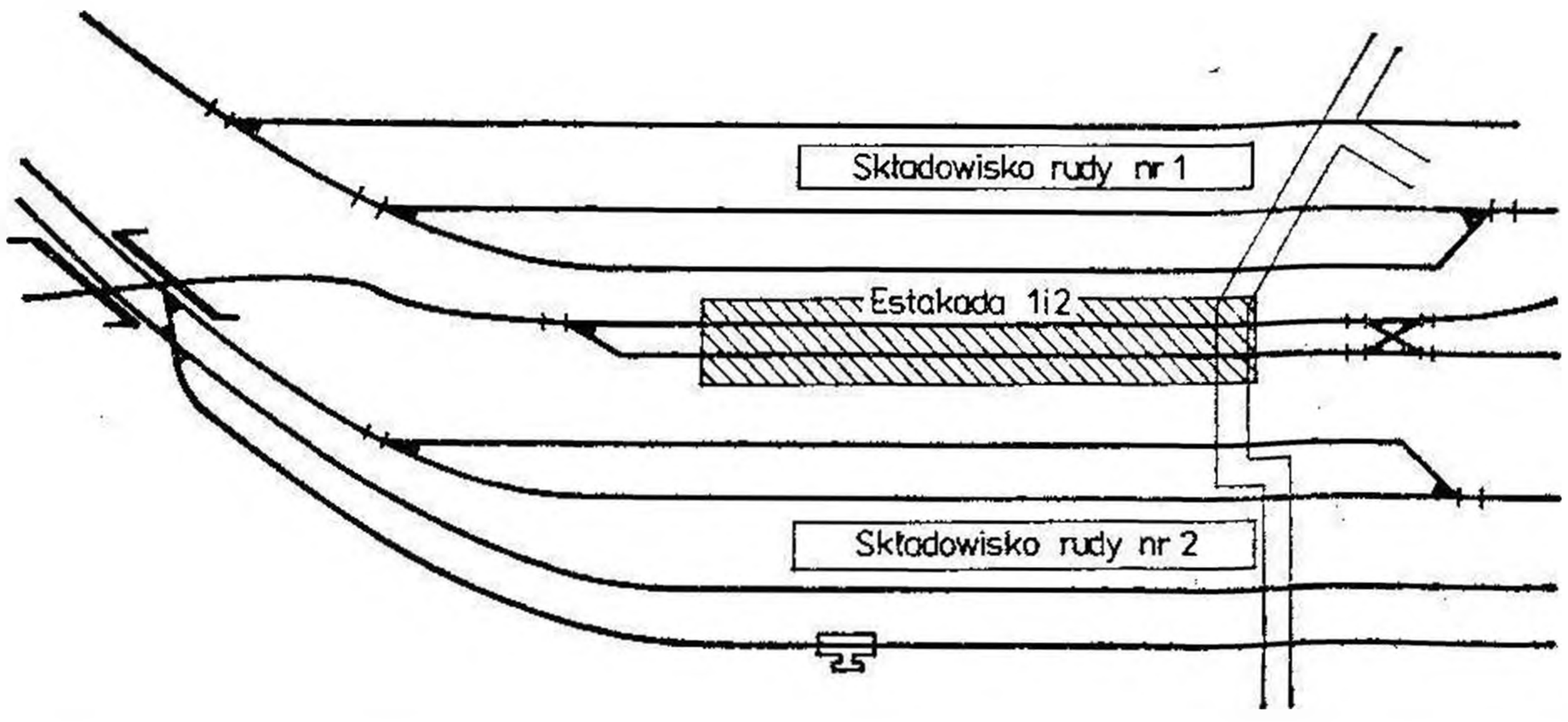
6.18. Punkt przeładunkowy do wyładunku rudy oraz materiałów sypkich z wagonów szerokich



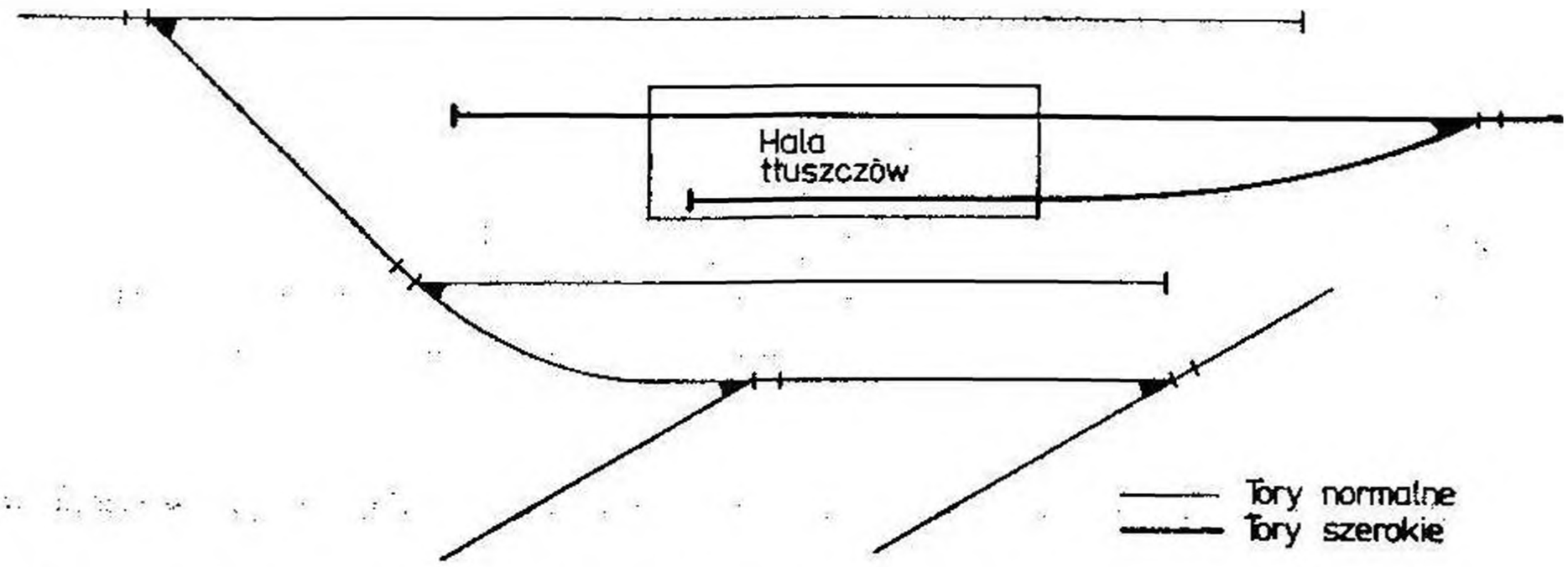
6.19. Punkt przeładunkowy dla przesyłek ciężkich (o ciężarze do 750 kN) z wagonów szerokich



6.20. Punkt przeładunkowy dla surówki z wagonów szerokich



6.21. Punkt przeładunkowy dla wyładunku rudy z wagonów szerokich na estakadzie i załadunku rudy do wagonów normalnych

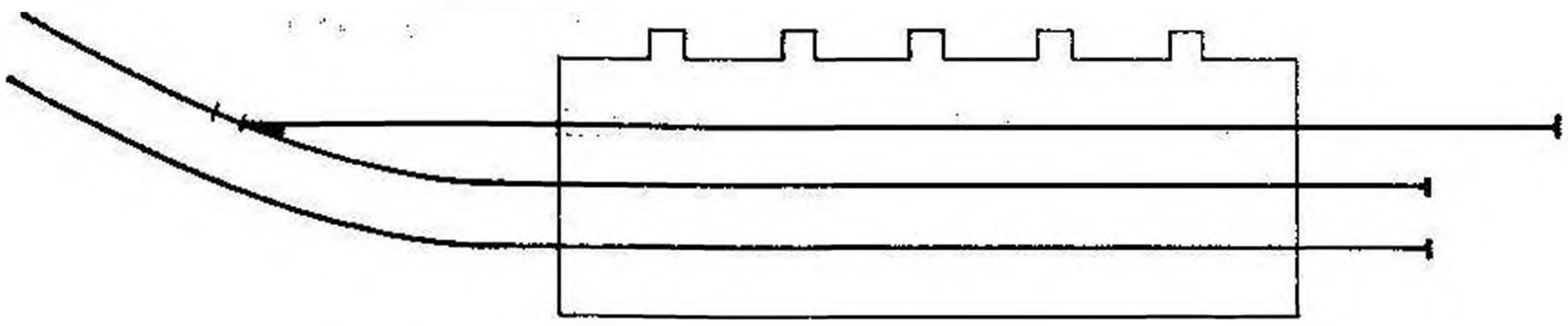


6.22. Punkt przeładunkowy dla towarów w stanie płynnym

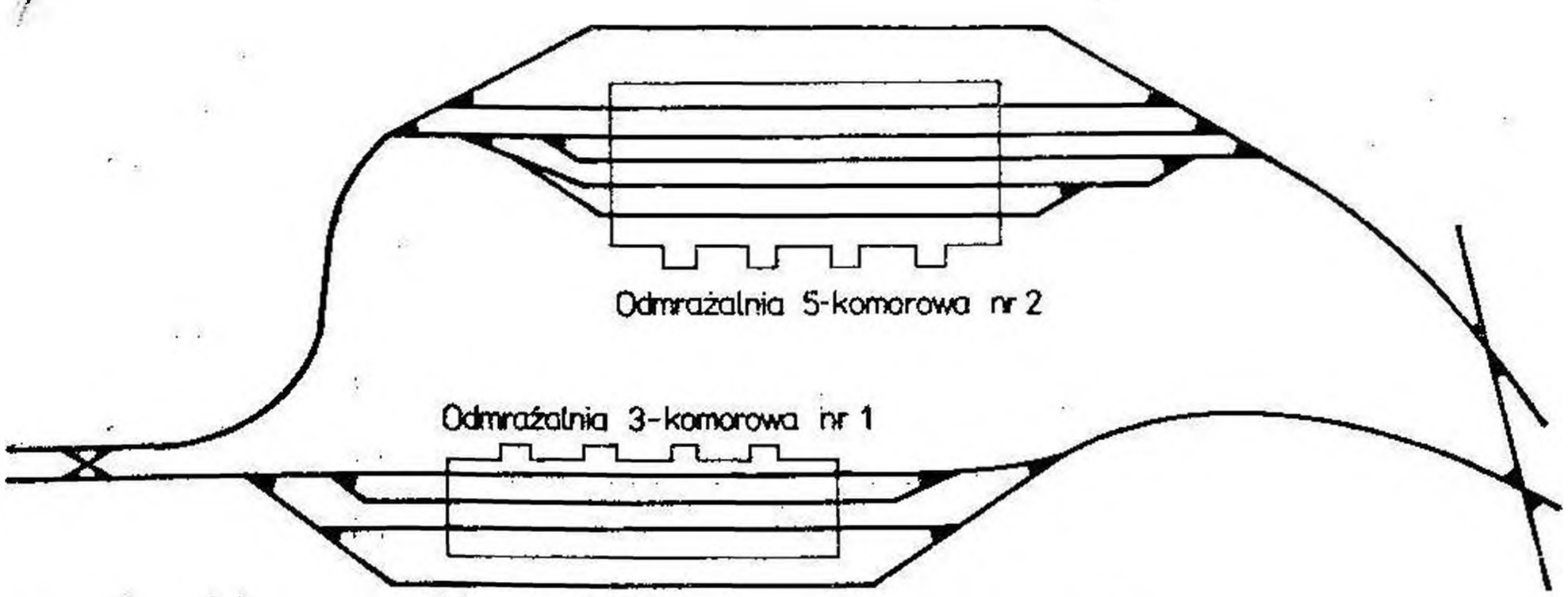
Należy dodać, że na styku kolei o różnych szerokościach należy projektować odpowiedni układ torów o szerokości kolei sąsiadującej (rys. 6.16–6.22).

Stacje przeładunkowe mogą mieć układ podłużny, poprzeczny lub mieszany. Stacje przeładunkowe powinny być wyposażone w odpowiednie urządzenia przeładunkowe, dostosowane do rodzaju i liczby wagonów przewidzianych do przeładowywania, tj. estakady, wywrotnice, rampy, dźwigi portalowe, dźwigi ruchome, urządzenia przelewowe itp. Stosowanie w szerokim zakresie konteneryzacji i paletyzacji ułatwia przeładunki towarów.

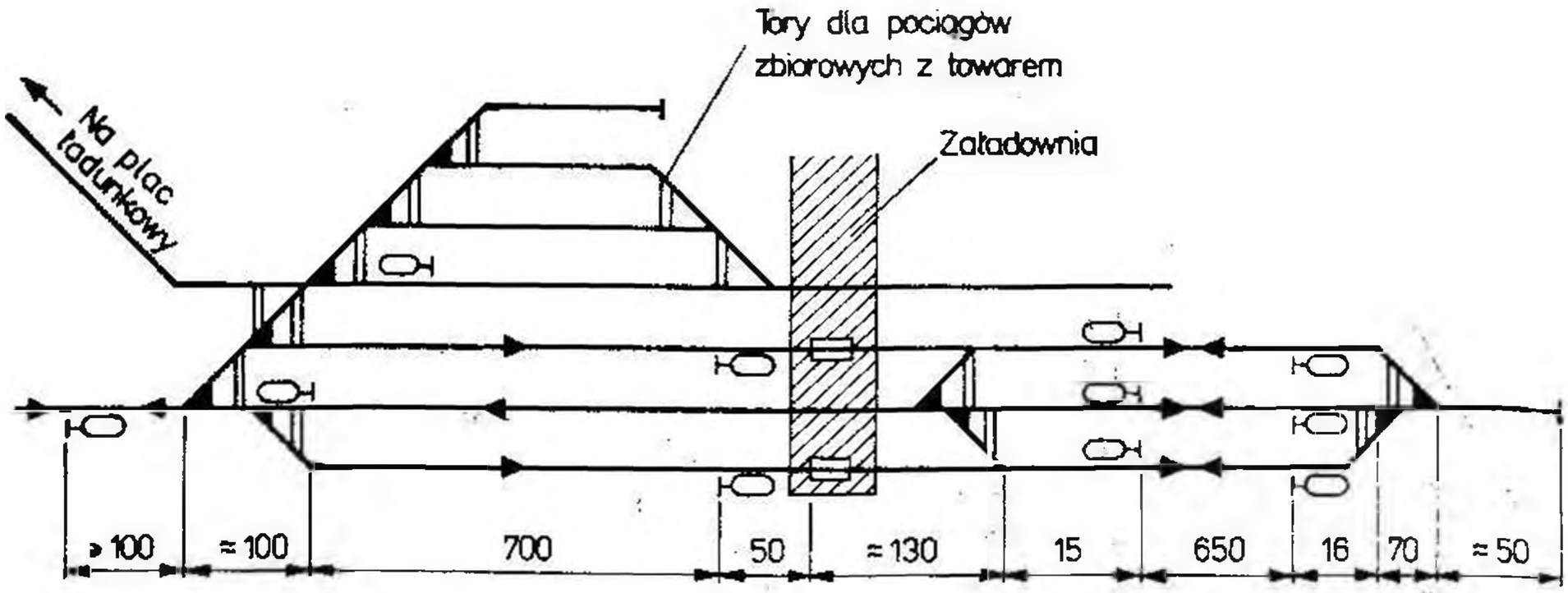
W celu zmniejszenia trudności w okresie zimowym przy przeładunku materiałów sypkich (rudy, węgla itp.) buduje się odmrażalnie (wraz z odpowiednią grupą torów)



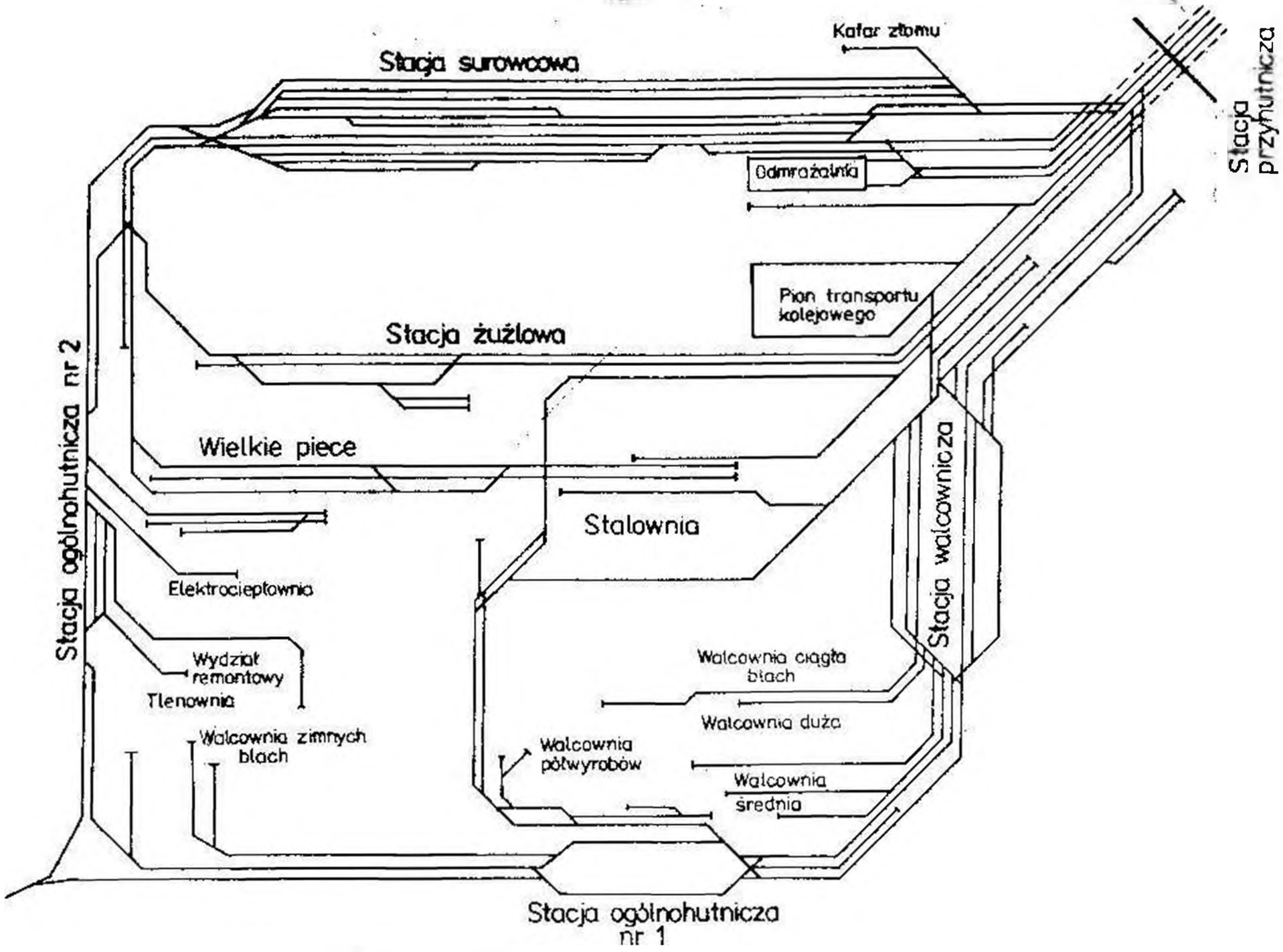
6.23. Punkt odmrażania rudy i węgla w punkcie przeładunkowym — odmrażalnia 3-komorowa



6.24. Punkt odmrażania rudy i węgla — odmrażalnia 3- i 5-komorowa



6.25. Stacja ładunkowa kopalniana z podłużnym frontem naładunku w układzie liniowym



6.26. Układ torowy stacji hutniczej

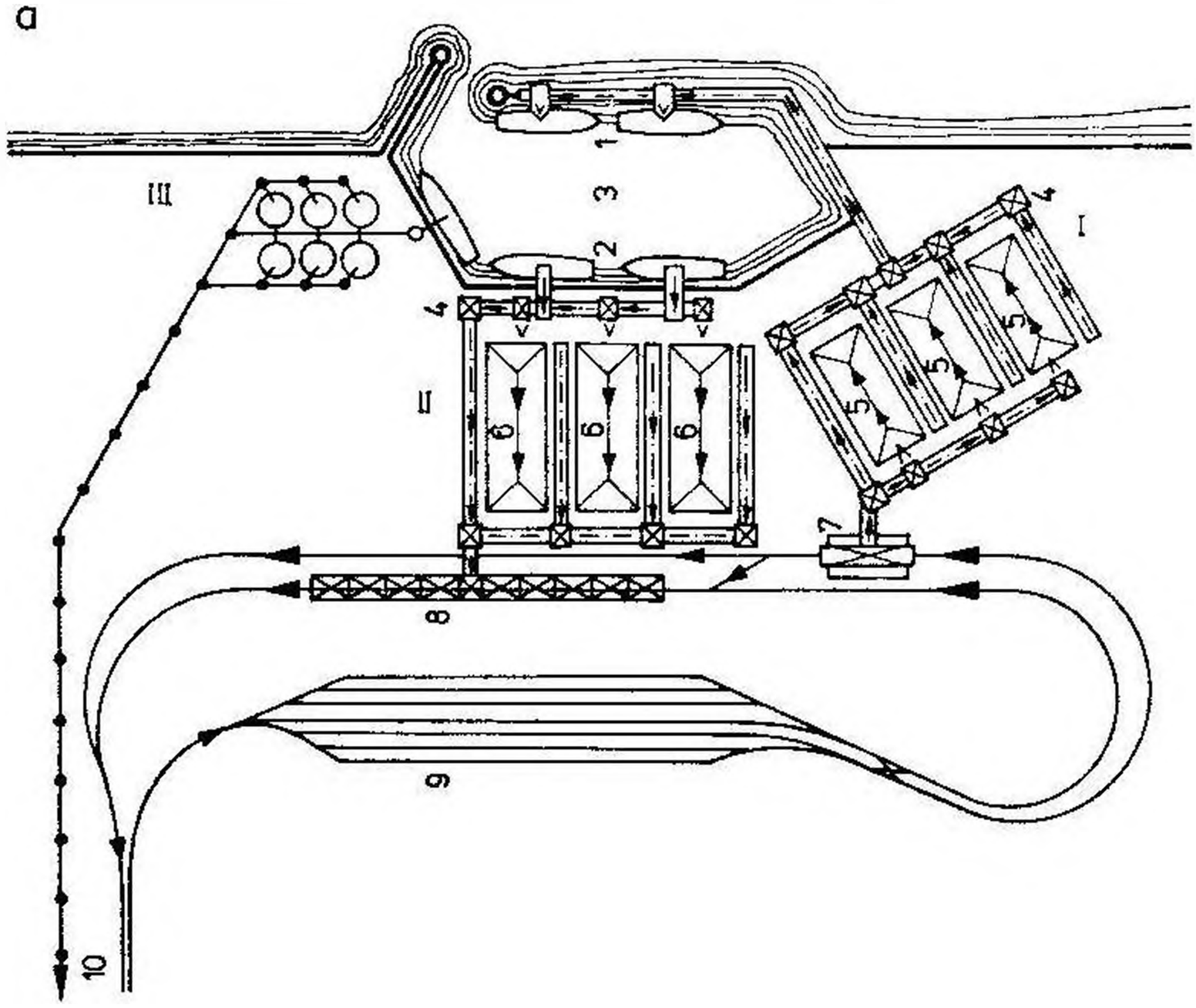
dla doprowadzenia tych materiałów do stanu umożliwiającego ich przeładunek (rys. 6.23 i 6.24).

W celu uniknięcia przeładunku może być zastosowana wymiana zestawów kołowych na zestawy o wymaganej szerokości np. z 1435 mm na 1520 mm lub odwrotnie.

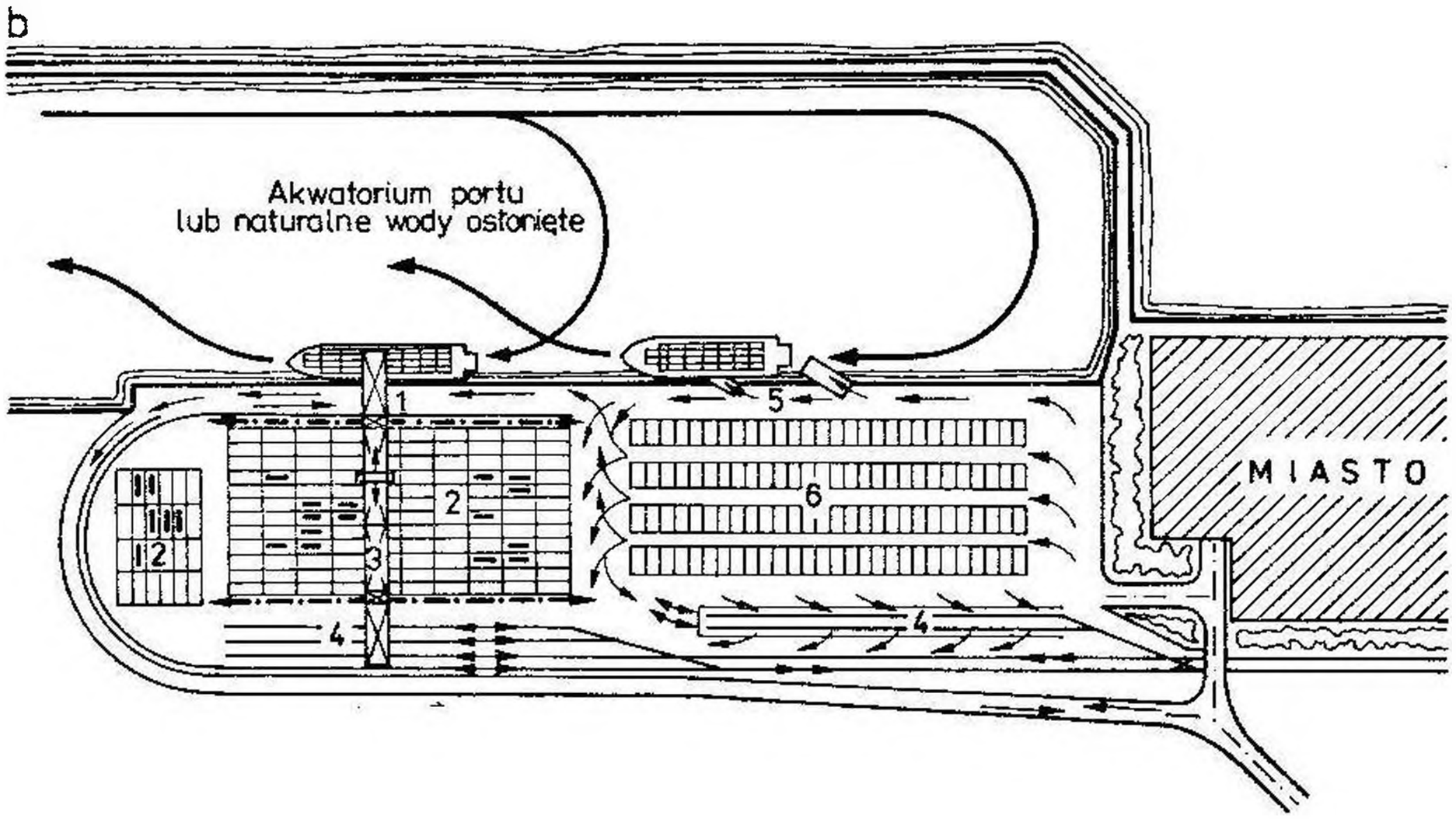
Stacje przemysłowe przedstawiają rysunki 6.25–6.27. Są one połączone ze stacją PKP specjalną łącznicą lub torem bocznicowym. Stacje przemysłowe wykonują następujące zadania:

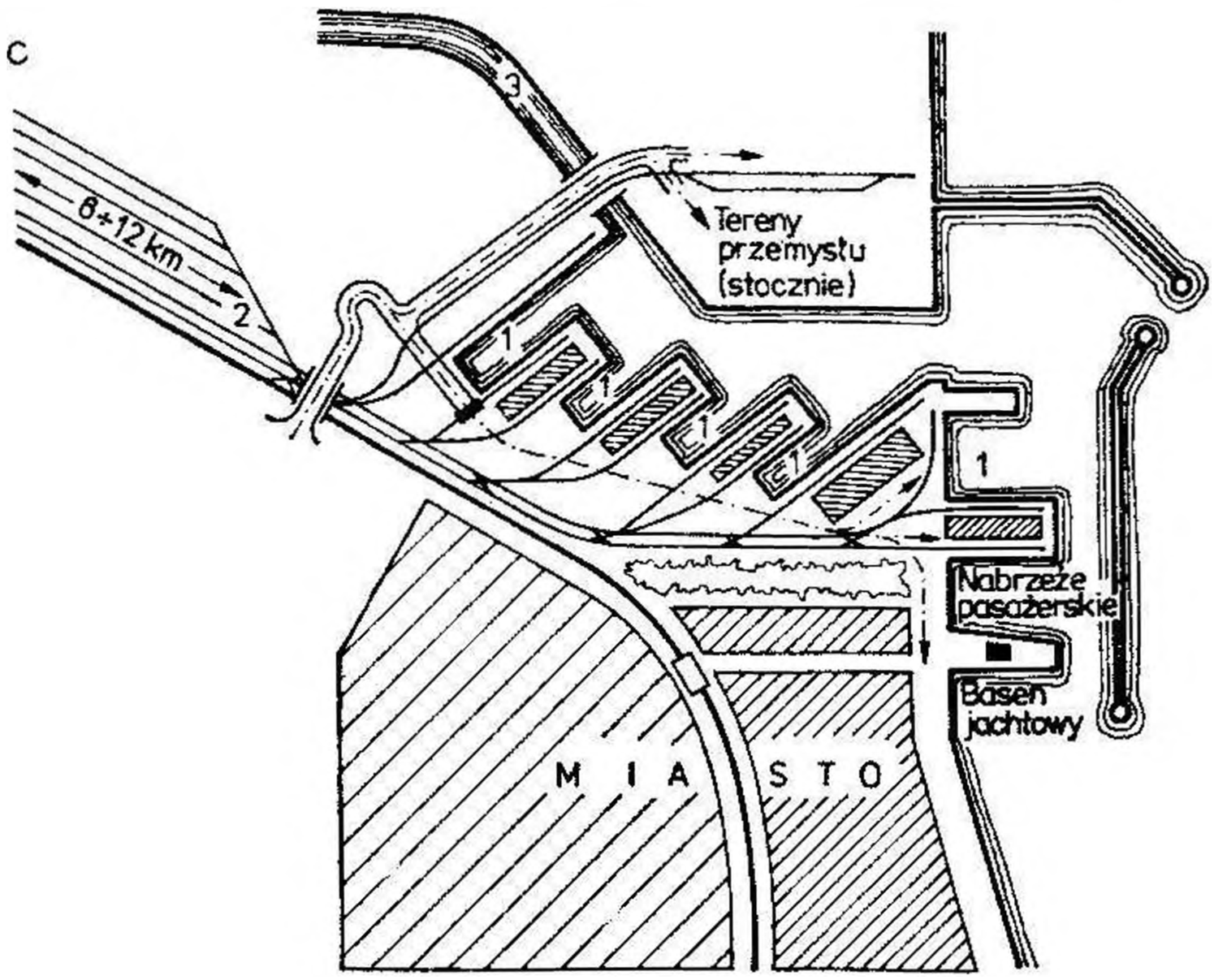
122

a


III
I
II
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

b


Akwatorium portu
lub naturalne wody osłonięte
1
2
3
4
5
6
MIASTO



6.29. Zasady lokalizacji i powiązań komunikacyjnych portów żeglugi towarowej [73]

a — port dla ładunków masowych — schemat portu dla wywozu i przywozu ładunków sypkich oraz ropy naftowej; *1* — pirs ze stanowiskami załadunku statków, *2* — nabrzeże ze stanowiskami rozładunku statków, *3* — *3* — akwatorium portu, *4* — taśmociągi z wieżami przesypowymi, *5* — zwały składowe surowców wywożonych, *6* — zwały składowe surowców przywożonych (wg odrębnych asortymentów lub rodzaju materiałów), *7* — wywrotnica wagonowa ze zbiornikiem wgłębnym, całopociągowe stanowisko załadowcze ze zbiornikami nad torem załadunkowym, *9* — tory przyjazdowe, *10* — kierunek powiązania z najbliższą magistralą kolejową ruchu ciężkiego; *I* — rejon wywozu (węgiel, koks), *II* — rejon przywozu (ruda, nawozy mineralne), *III* — rejon zbiorników ropy naftowej i naftopochodnych.

Port otrzymuje i odstawia ładunki w składach całopociągowych. Po rozładunku skład może być kierowany bezpośrednio pod załadunek lub próżny wraca do nadawcy. Lokalizacja portu, jak również trasa przewozów kolejowych, wymagają izolacji od terenów osiedleńczych. Najkorzystniejsze jest usytuowanie w najbliższym sąsiedztwie otwartego morza o odpowiedniej głębokości.

b — port kontenerowo-kontrajlerowy; *1* — nabrzeże kontrajlerowe z suwnicą bramową dla załadunku i rozładunku pionowego (metodą "lo-lo„: lift-off-lift-on), *2* — plac składowania kontenerów, *3* — suwnica kontenerowa, *4* — bocznice kolejowe powiązane z najbliższą magistralą kolejowego ruchu ekspresowego, *5* — nabrzeże załadunku statków Ro-Ro, *6* — plan postojowy kontrajlerów i innych pojazdów.

Lokalizacja portu nie wymaga izolacji od terenu miasta, natomiast niezbędny jest bezkolizyjny dostęp do układów zewnętrznej komunikacji szynowej i drogowej. Usytuowanie w stosunku do tras żeglugowych — podobnie jak portu masowego. *c* — port uniwersalny;

1 — baseny portowe wyposażone w tradycyjne dźwigi portowe, dojazdy drogowe i bocznice kolejowe i maszyny, *2* — kolejowa stacja rozrządowa, *3* — kanał żeglugi śródlądowej.

Z uwagi na czasochłonność procesu za- i wyładunkowego oraz mniijszą nośność statków, port może być położony w głębi lądu, np. w ujęciach rzek. Pożądane powiązanie z żeglugą śródlądową, u uwagi na przewozy ładunków o wielkich gabarytach.

— przyjmowanie składów pociągów ze stacji PKP,
— rozrządzanie wagonów według punktów ładunkowych zakładu,
— podstawianie wagonów na punkty naładunkowe lub wyładunkowe,
— zabieranie wagonów z torów ładownych,
— zestawianie składów pociągów,
— wyprawianie składów pociągów do stacji PKP.

124 Do wykonania tych zadań tworzy się odpowiednie grupy torów lub stacji, przy czym liczbę i długość torów należy określać w zależności potrzeb zakładu. Ponadto do nałądunku i wyładunku są stosowane odpowiednie urządzenia mechaniczne.

Stacje portowe (rys. 6.28, 6.29) [73] są miejscem przeładunku towarów z kolei na transport wodny i odwrotnie. Stanowią one najczęściej krańcowe punkty linii kolejowych. Stacje te są wyposażone w specjalne urządzenia do zmechanizowanego przeładunku przesyłek.

Zasadniczymi elementami portu są nabrzeża, tory ładunkowe i urządzenia ładunkowe.

7

Stacje rozrządowe

7.1. Zadania stacji rozrządowych

Zadaniem stacji rozrządowych jest zestawienie składów pociągów z wagonów przyjeżdżających różnymi pociągami lub z wagonów z własnych punktów ładunkowych, a mających jechać wspólnie z wyznaczonych relacjach. Rozróżnia się relacje wagonowe i pociągowe. Relacją pociągową nazywamy określenie stacji rozpoczęcia i zakończenia jazdy pociągu. Relacją wagonową nazywamy określenie stacji początkowej i końcowej jazdy wagonu.

W celu spełnienia zadania właściwego łączenia wagonów w składy pociągów i wyprawiania ich, wykonuje się na stacji rozrządowej siedem zasadniczych grup czynności:

a — przyjęcie pociągów,

b — przygotowanie składów wagonów do rozrządzania,

c — rozrządzanie, tj. dzielenie przybyłych składów wagonowych na odprzęgi (jednowagonowe lub wielowagonowe) z równoczesnym grupowaniem wagonów według relacji wyprawiania,

d — gromadzenie (akumulacja) wagonów poszczególnych relacji,

e — zestawianie składów wagonów ze zgromadzonych wagonów, tj. łączenie wagonów w składy pociągów (lub do obsługi loco) według wymogów planu zestawiania, może tu także występować potrzeba porządkowania wagonów danej relacji na „podrelacje", np. według kolejnych kilku stacji obsługiwanych przez pociąg zbiorowy lub zdawczy,

f — przygotowanie pociągów do wyprawienia,

g — wyprawianie pociągów.

7.2. Podział stacji rozrządowych

7.2.1. Podział stacji rozrządowych według ich znaczenia

Główne stacje rozrządowe — są to stacje, których głównym zadaniem jest zestawienie pociągów o dalekich relacjach (międzyregionalnych), przede wszystkim z wagonów otrzymanych z innych stacji rozrządowych. Oczywiście główne stacje rozrzą-

dowe zbierają również wagony z przyległego obszaru ciążenia i zestawiają także pociągi w relacjach do tego obszaru, lecz jest to zadanie spełnione niejako dodatkowo, podobnie jak obsługa własnych punktów ładunkowych. Główne stacje rozrządowe stanowią podstawowy aparat organizacji potoków wagonów przemieszczanych poza pociągami zwartymi pomiędzy odległymi nieraz obszarami kraju i poza jego granicami. Powinny być one szczególnie dobrze przygotowane do wykonywania swych zadań i wyrównywania spiętrzeń ruchu poprzez ukształtowanie dużych układów torowych i wyposażenia we wszelkiego rodzaju urządzenia usprawniające ich pracę.

W warunkach polskich główne stacje rozrządowe powinny być przygotowane do zestawiania rzędu 50 do 150 pociągów (dobę, tzn. rozrządzania rzędu 2500 do 9000 wagonów/dobę. Powinny to być przede wszystkim stacje jednokierunkowe o pełnym trzygrupowym układzie podłużnym lub stacje dwukierunkowe (typy 3A, 3B i 4 wg rys. 7.14, wyjątkowo dla stacji przebudowywanych w warunkach ograniczeń terenu typ 2B).

Pomocnicze stacje rozrządowe — są to stacje, których głównym zadaniem jest zestawianie pociągów do głównych stacji rozrządowych z wagonów zebranych z przyległego obszaru ciążenia oraz zestawianie pociągów zdawczych i zbiorczych do stacji obsługi w przyległym obszarze, a także obsługa własnych punktów ładunkowych. Oczywiście, jeśli na pomocniczej stacji rozrządowej występuje dostatecznie silny potok wagonów, umożliwiający zestawienie pociągu do innej stacji rozrządowej, to możliwość taka będzie również wykorzystana. W celu zmniejszania sumy czasu pobytu wagonów na stacjach rozrządowych liczba pomocniczych stacji rozrządowych powinna być zmniejszona kosztem wydłużenia drogi przebiegu pociągów zdawczych i zbiorczych. Nie jest to więc kategoria stacji rozrządowych o charakterze rozwojowym. Rozwinięcie układów torowych i wyposażenie w urządzenia może być mniejsze niż dla głównych stacji rozrządowych, lecz również może zapewniać sprawną obsługę przerabianych potoków wagonów. Niektóre istniejące „karłowate" pomocnicze stacje rozrządowe albo należy zamknąć, przekazując ich obowiązki innej stacji rozrządowej, albo gruntownie przebudować.

W warunkach polskich pomocnicze stacje rozrządowe powinny być przygotowane do zestawiania rzędu 20 do 50 pociągów/dobę, tzn. rozrządzania rzędu 1000 do 2500 wagonów/dobę. Powinny to być głównie stacje o niepełnym układzie podłużnym, a wyjątkowo — także stacje o układzie poprzecznym, lecz zawsze z wydzieloną grupą torów odjazdowych (typy 1B–2B, 3A wg rys. 7.14, typu 2A z grupą torów kierunkowo-odjazdowych nie zalecca się stosować).

Duże stacje obsługi stanowią trzecią grupę, nie zaliczoną formalnie na PKP do stacji rozrządowych w rozumieniu przepisów Instrukcji R5, lecz pod względem funkcji i technologii pracę zbliżoną do stacji rozrządowych. Duże stacje obsługi zestawiają samodzielnie pociągi do głównych i pomocniczych stacji rozrządowych, a także pociągi zwarte, z wagonów zgromadzonych z własnych punktów ładunkowych oraz przygotowują składy wagonów według relacji obsługi i własnych punktów ładunkowych. Należy wymienić tu stacje obsługi wielkich kombinatów przemysłowych o masowych przewozach surowców i produktów, a także stacje rejonowe obsługi dzielnic przemysłowo-składowych w dużych miastach, stacje rejonowe obsługi zespołów nadbrzeży w portach, stacje

obsługi zespołów przeładunkowych pomiędzy kolejami o różnej szerokości toru itp.

W związku z ogólną tendencją koncentracji produkcji ta kategoria stacji ma charakter rozwojowy, a w ich rozwiązaniach należy uwzględniać zarówno obsługę pociągów zwartych, nie wymagających pracy manewrowej, jak i potoków wagonów obsługiwanych w technologii podobnej, jak na stacjach rozrządowych, tzn. z rozrządzaniem i zestawianiem składów pociągów.

W niektórych przypadkach duże stacje obsługi mogą mieć więcej zadań do wykonania, a co za tym idzie — większe układy torowe i lepsze wyposażenie, niż pomocnicze stacje rozrządowe. Przykładem stacji obsługi o wielkościach i rozwiązaniach takiego rzędu, jak głównej stacji rozrządowej może być stacja Strzemieszyce-Huta przeznaczona do obsługi kombinatu metalurgicznego Huta Katowice.

Dla dużych stacji obsługi mogą być stosowane wszystkie typy układów stacji rozrządowych wymienione na rysunku 7.14 — w zależności od zakresu zadań oraz z odpowiednim dostosowaniem rozmiarów układów do obsługi pociągów zwartych i przerabianych.

W specyficznych warunkach największej w Polsce aglomeracji miejsko-przemysłowej na Śląsku, o bardzo dużej koncentracji przewozów kolejowych na stosunkowo niewielkim obszarze, stosuje się klasyfikację stacji rozrządowych taką samą, jak omówiona poprzednio, lecz o innych nazwach, oddających szczególne cechy organizacji przemieszczania wagonów w tym okręgu, a mianowicie:

— stacje rozrządowe wylotowe,
— stacje rozrządowe rejonowo-zbiorcze } stacje wewnętrzne,
— stacje obsługi

Stacje rozrządowe wylotowe — rozmieszczone na obrzeżu obszaru największej koncentracji przemysłu, szczególnie górniczego, hutniczego i chemicznego, zajmują się zestawianiem pociągów o relacjach ze stacji rejonowo-zbiorczych i stacji obsługi. Są to te wagony, z których nie można było zestawić już na stacjach wewnętrznych pociągów w relacjach poza stacje wylotowe. Do zadań stacji wylotowych należy również rozdział — według aktualnych dyspozycji — potoku różnych wagonów węglarek, spływających z pozostałej sieci kolejowej kraju, najczęściej w pociągach zwartych.

Stacje rozrządowe rejonowo-zbiorcze — zestawiają pociągi do stacji wylotowych, a w miarę możliwości do stacji docelowych, poza stacjami wylotowymi z tych wagonów, z których nie można było zestawić takich pociągów już na stacjach obsługi. W kierunku odwrotnym wspomagają stacje wylotowe w rozdziale i podstawieniu składów wagonów próżnych oraz rozprowadzają wagony ładowne do stacji obsługi.

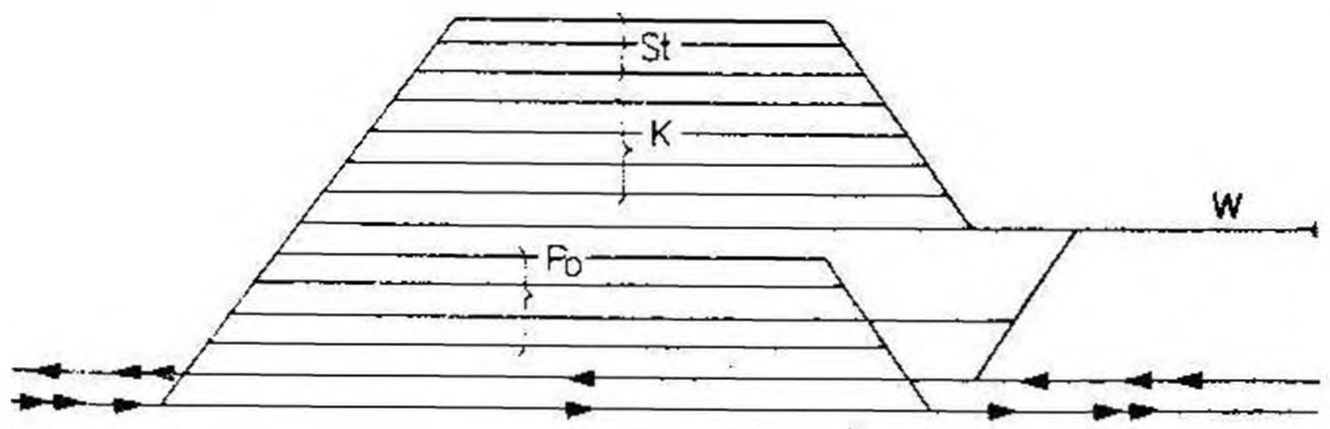
Stacje obsługi — nie będące stacjami rozrządowymi, grupują w razie potrzeby szczegółowo wagony podstawianych na punkty ładunkowe oraz zestawiają — w miarę możliwości — zwarte pociągi do stacji poza stacjami wylotowymi, a resztę wagonów przekazują pociągami zdawczymi do najbliższej stacji rejonowo-zbiorczej lub wylotowej.

Cała organizacja w Okręgu Śląskim, w którym ładuje się około 45% masy ładunkowej przyjmowanej przez PKP do przewozu, jest nastawiona więc na zestawienie pociągów zwartych jak najbliżej źródła powstania potoku ładunku, przechodzących bez przeróbki

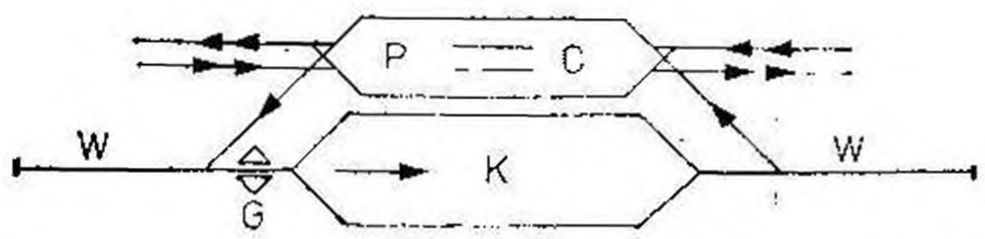
przez wewnętrzne stacje rejonowo-zbiorcze oraz stacje wylotowe. Chodzi o minimalizację liczby czynności rozrządowych, w tym szczególnie obciążonym okręgu i jak najszybsze wyprowadzenie z niego pociągów nawet kosztem wydłużonej akumulacji oraz wykonywania w niektórych przypadkach zwiększonej liczby czynności manewrowych na stacjach rozrządowych w innych, mniej obciążonych przewozami okręgach sieci PKP.

7.2.2. Podział stacji rozrządowych według sposobu wykonywania manewrów

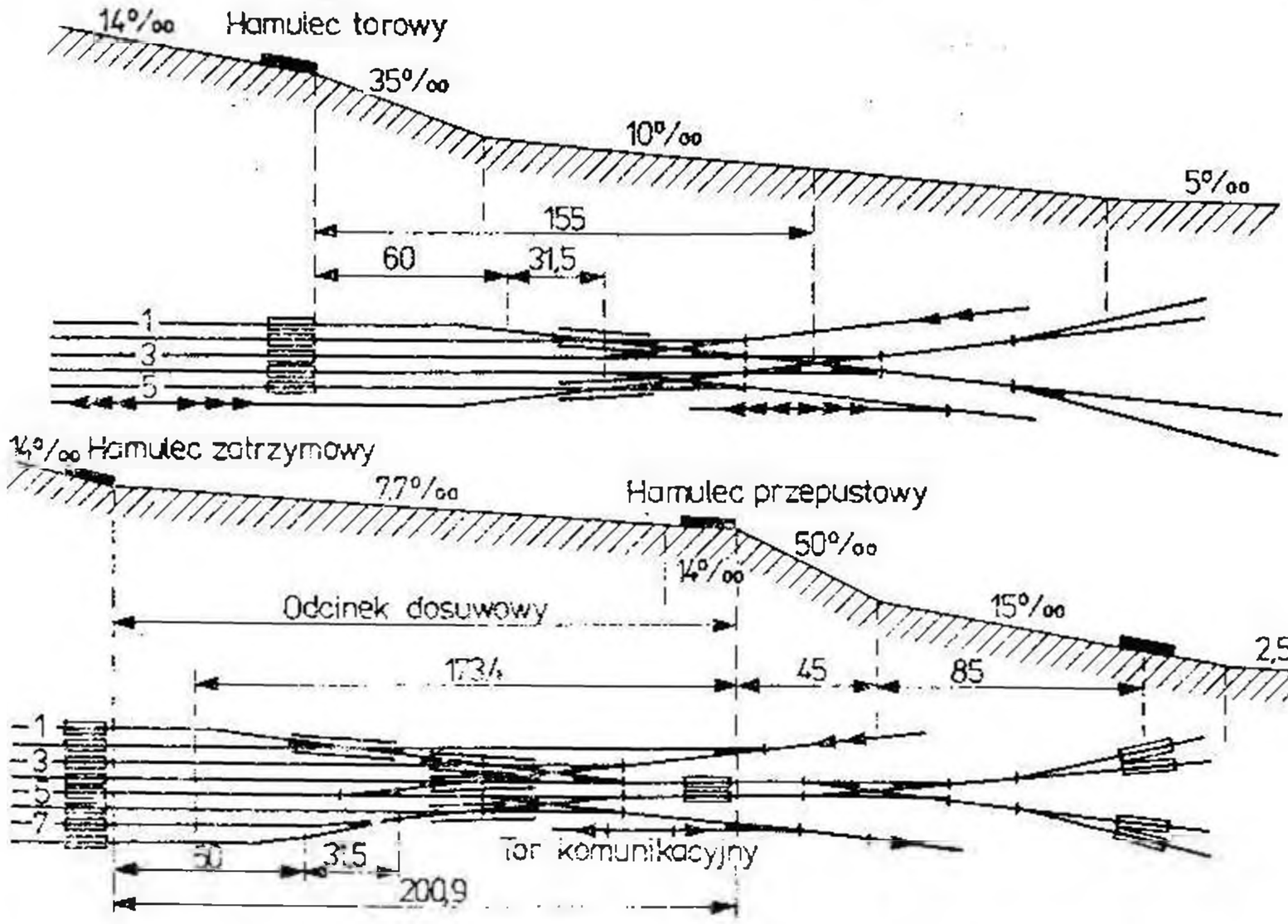
Równiowe **stacje rozrządowe bez górki rozrządowej** (rys. 7.1) wykonują manewry za pomocą lokomotywy manewrowej oraz toru wyciągowego leżącego na równi stacyjnej.



7.1
Równiowa stacja rozrządowa bez górki rozrządowej



7.2
Równiowa stacja rozrządowa z górką rozrządową



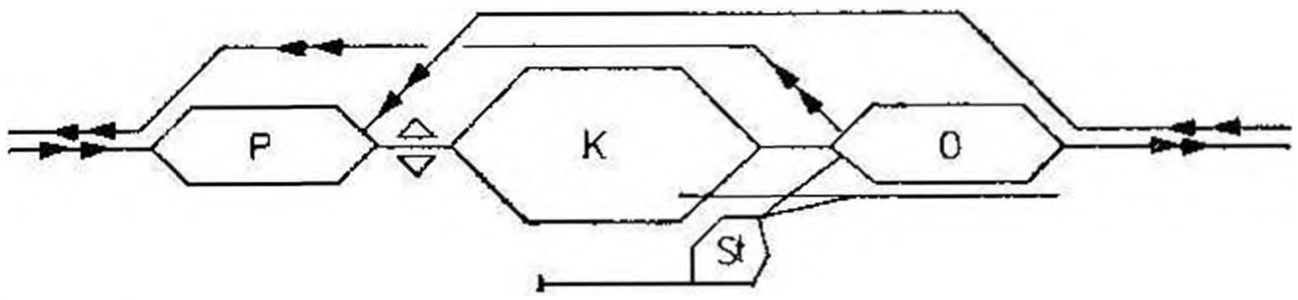
7.3. Dwa przykłady planu torów łączących grupę przyjazdową z grupą kierunkową na pochylniowych stacjach rozrządowych

Równiowe **stacje rozrządowe z górką rozrządową** (rys. 7.2) — wykonują pracę manewrową za pomocą górki rozrządowej, na którą lokomotywa manewrowa wpycha wagony, a następnie już bez udziału lokomotywy pod wpływem siły ciężkości wagony staczają się na poszczególne tory kierunkowe, stosownie do relacji wagonów, według której się je zbiera.

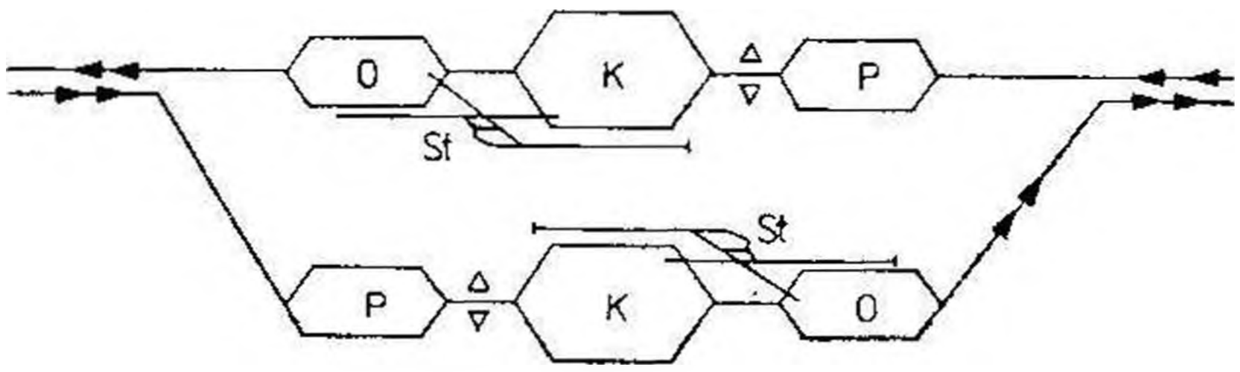
Pochylniowe stacje rozrządowe (rys. 7.3) — na których urządzenia rozrządowe są położone na spadku ciągłym (pochyleniu), rozrządzanie odbywa się po zluzowaniu hamulców torowych lub wagonowych — utrzymujących wagony w bezruchu do momentu rozpoczęcia rozrządzania — jedynie pod wpływem działania siły ciężkości wagonów. Stacje te ulegają likwidacji.

7.2.3. Podział stacji rozrządowych według liczby zespołów rozrządowych

Pojedynczy układ rozrządowy (rys. 7.4) — jest to jednokierunkowa stacja rozrządowa złożona z kilku grup torów dostosowanych do postępowego (bez cofania wagonów) ruchu obsługi jednego kierunku rozrządzania, przerabianie na tym samym układzie wagonów zdążających w przeciwnym kierunku jest mniej wygodne.



7.4. Jednokierunkowa stacja rozrządowa

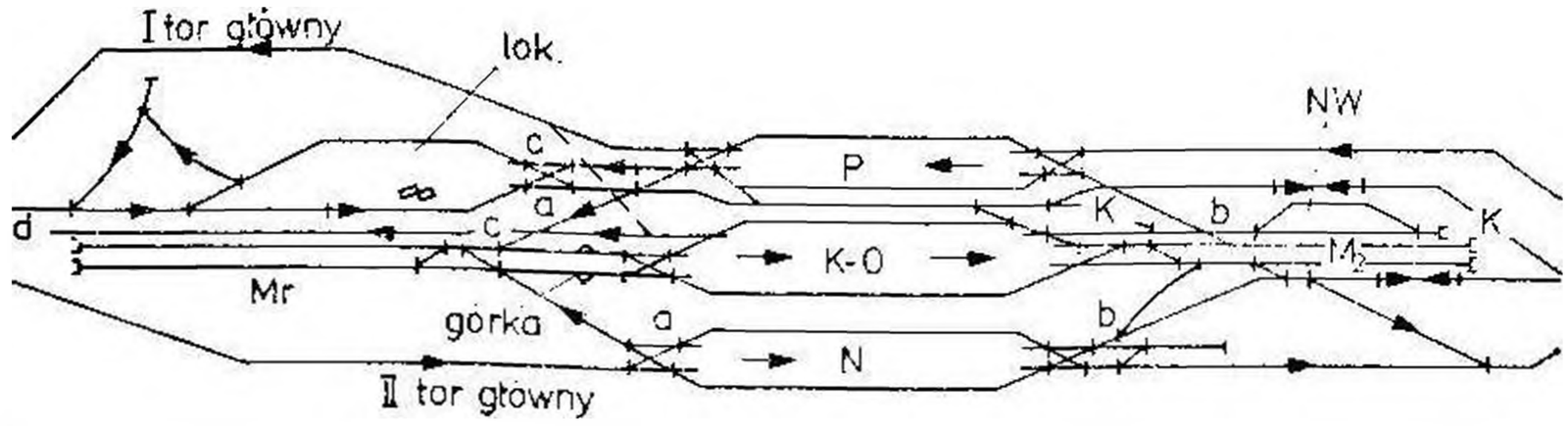


7.5. Dwukierunkowa stacja rozrządowa

Podwójny układ rozrządowy (rys. 7.5) — jest to dwukierunkowa stacja rozrządowa złożona z kilku grup torów, które tworzą dwa układy rozrządowe, dostosowane do obsługi obu kierunków przepływu wagonów przez stację: nieparzystego i parzystego.

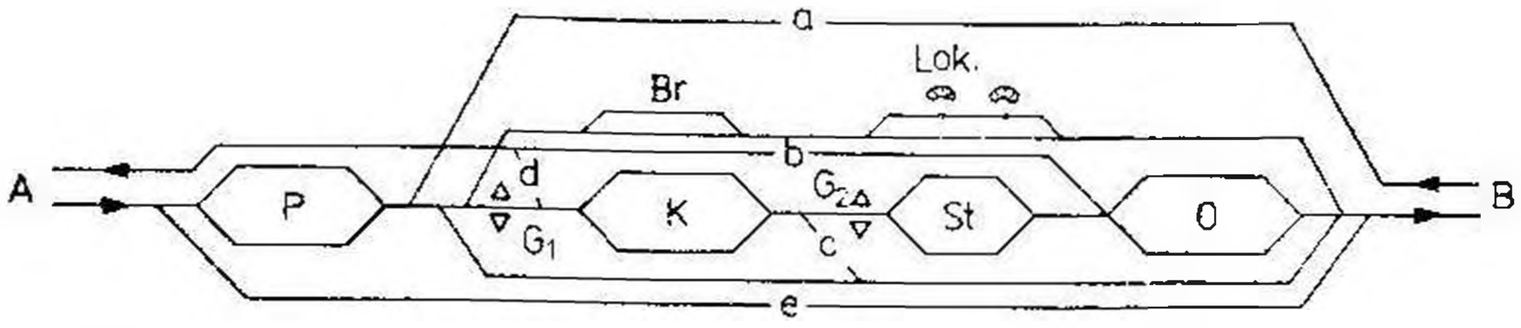
7.2.4. Podział stacji rozrządowych według układu grup torów

Poprzeczny układ torów (rys. 7.6) — jest to układ, w którym tory przyjazdowe, kierunkowe i odjazdowe mieszczą się obok siebie, poprzecznie do osi podłużnej stacji, co wpływa na zmniejszenie potrzebnej długości równi stacyjnej, lecz nie zmniejsza powierzchni zajmowanej przez stację.



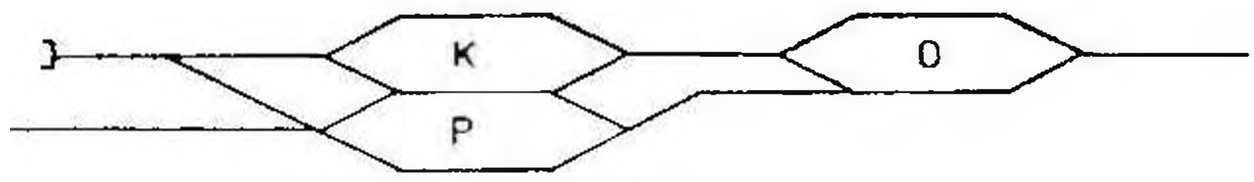
7.6. Poprzeczny układ grup torów na stacji rozrządowej

Podłużny układ grup torów (rys. 7.7) — jest to układ, w którym grupy: przyjazdowe, kierunkowe i odjazdowa leżą w szeregu jedna za drugą, przez co unika się zbędnych przebiegów wagonów przejeżdżających przez stację bez zmiany kierunku ruchu.

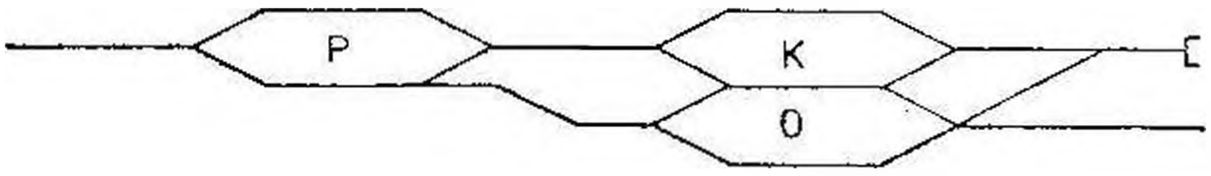


7.7. Podłużny układ grup torów

Złożony (kombinowany) układ grup torów — jest to układ, w którym stacja ma poprzecznie rozmieszczone grupy torów przyjazdowych i kierunkowych oraz podłużnie umieszczoną grupę odjazdową (rys. 7.8) albo poprzecznie rozmieszczone grupy



7.8 Złożony (kombinowany) układ grupy torów

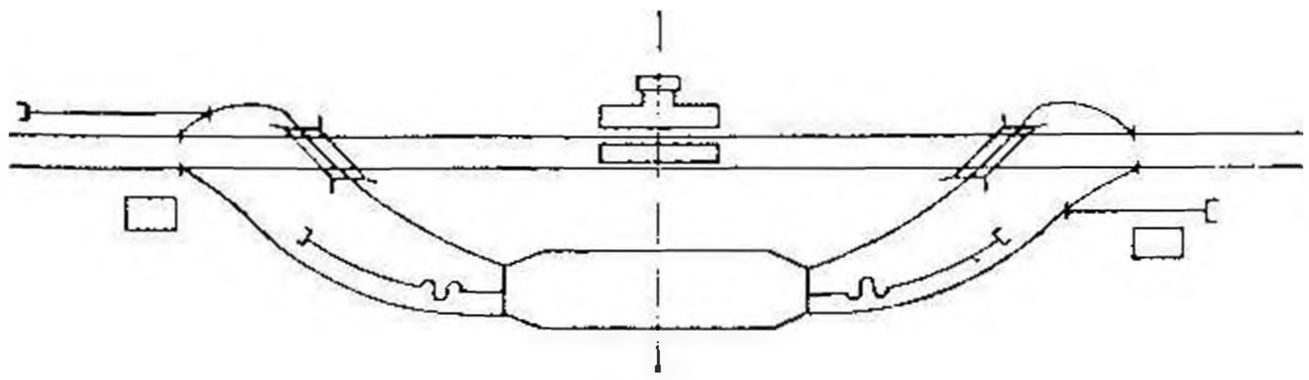


7.9 Złożony układ grup torów

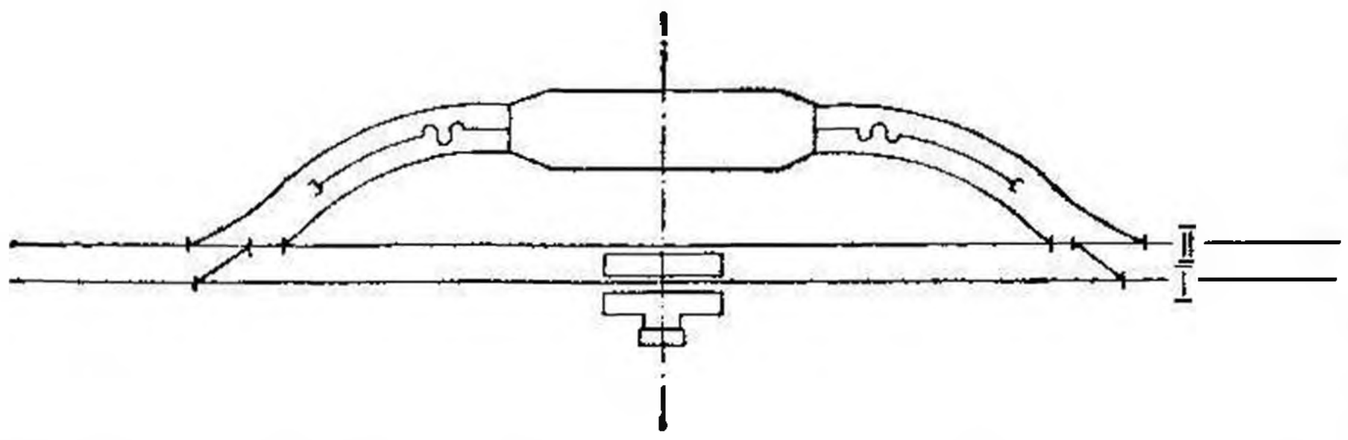
kierunkowe i odjazdowe oraz podłużnie umieszczoną grupę przyjazdową (rys. 7.9). Dwukierunkowe stacje rozrządowe mogą mieć jeden układ rozrządowy z podłużnym układem torów, drugi zaś układ — z poprzecznym lub złożonym układem grup torów.

7.2.5. Podział stacji rozrządowych według układu torów głównych w obrębie stacji

Tory główne położone jednostronnie na zewnątrz stacji — nie stoją na przeszkodzie dalszemu rozwojowi stacji rozrządowej. Przy dużym natężeniu ruchu pociągów i znacznych rozmiarach pracy manewrowej układ torów może wymagać krzyżowania podejść do stacji rozrządowej z torami głównymi w różnych poziomach (wiadukty) (rys. 7.10).



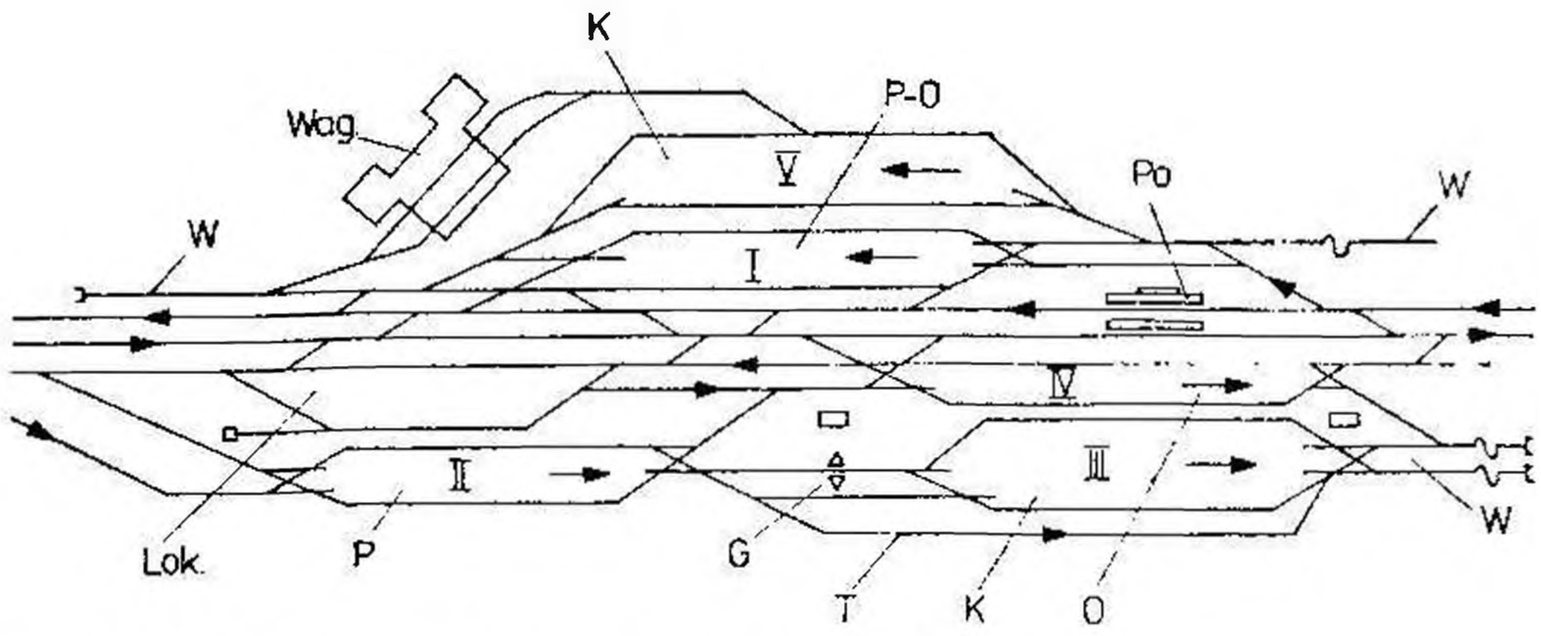
7.10
Tory główne położone jednostronnie na zewnątrz stacji o dużym natężeniu ruchu pociągów



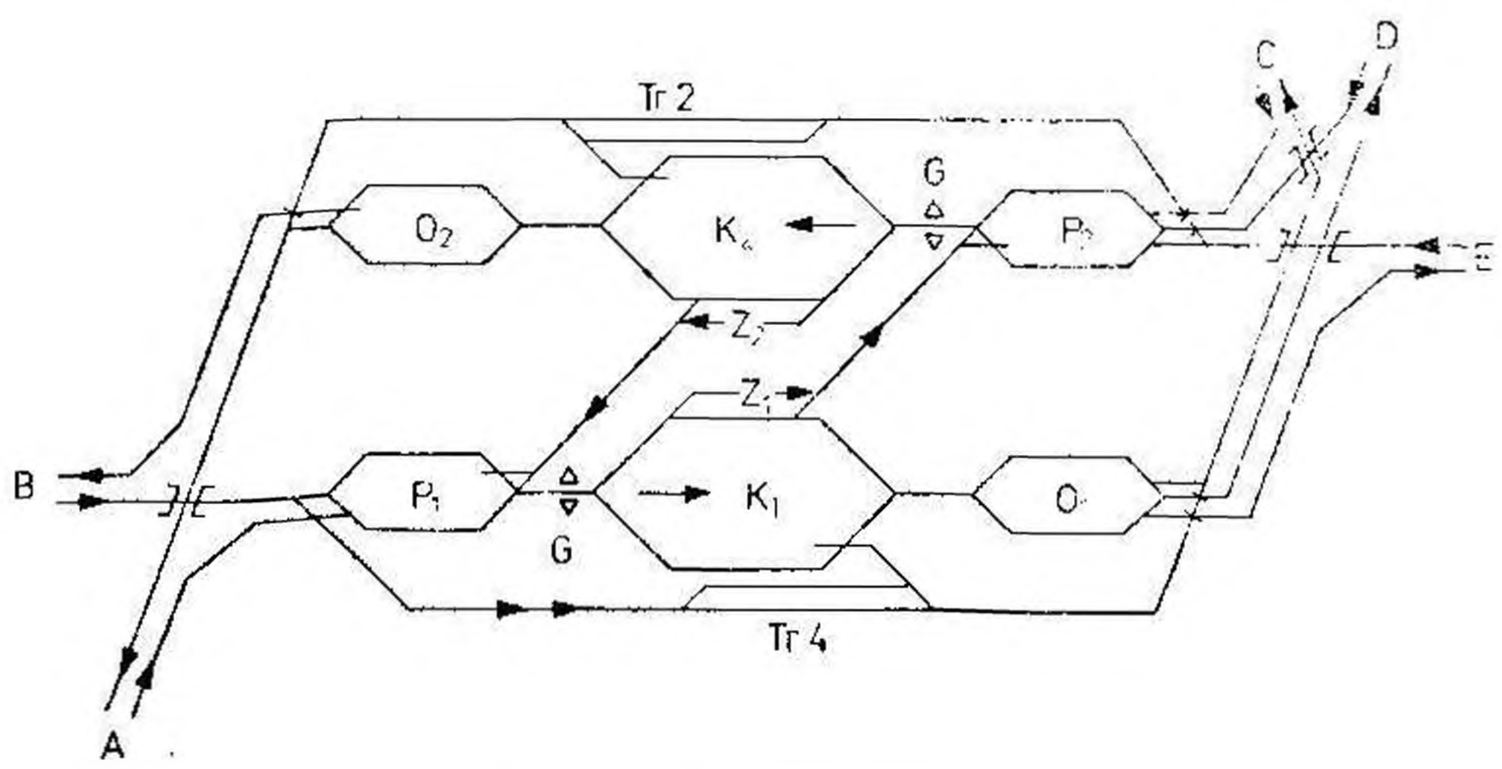
7.11
Tory główne położone jednostronnie na zewnątrz stacji o małym natężeniu ruchu pociągów

Przy małym natężeniu ruchu można przy omawianym układzie zastosować odgałęzienie od torów głównych na podejściach do stacji rozrządowej ze skrzyżowaniem w jednym poziomie (rys. 7.11).

Tory główne położone wewnątrz stacji (rys. 7.12) — rozdzielają stację na dwie części, położone po obu stronach torów i układ taki może być zastosowany tylko na dwukierunkowej stacji rozrządowej.



7.12. Tory główne położone wewnątrz stacji rozrządowej



7.13. Tory główne obejmujące z dwóch stron stację rozrządową

132 Tory główne obejmujące z obu stron stację (rys. 7.13) — umożliwiają bezkolizyjny przejazd pociągów tranzytowych i przerabianych. Układ ma ten jednak szereg wad: ogranicza możliwość dalszego rozwoju układu torowego stacji, zwiększa wydatki na utrzymanie torów szlakowych (dwie linie jednotorowe zamiast jednej dwutorowej) oraz komplikuje układ podejść do stacji rozrządowej.

7.3. Typy układów stacji rozrządowych — charakterystyki i zalecenia stosowania ich na PKP

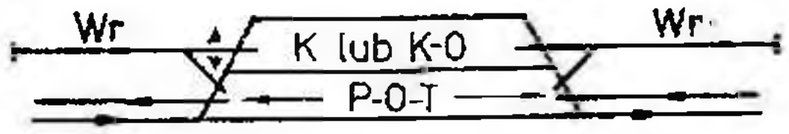
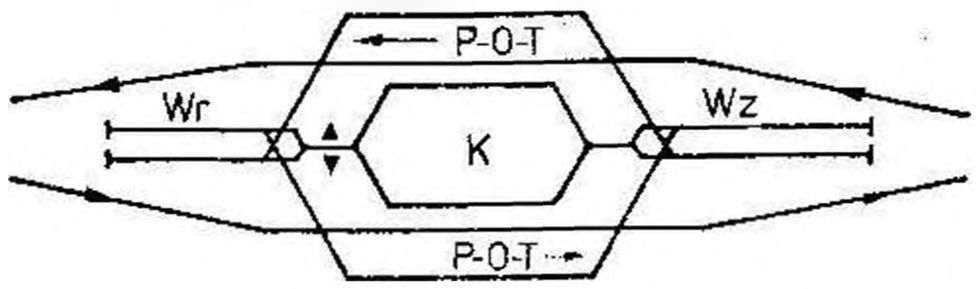
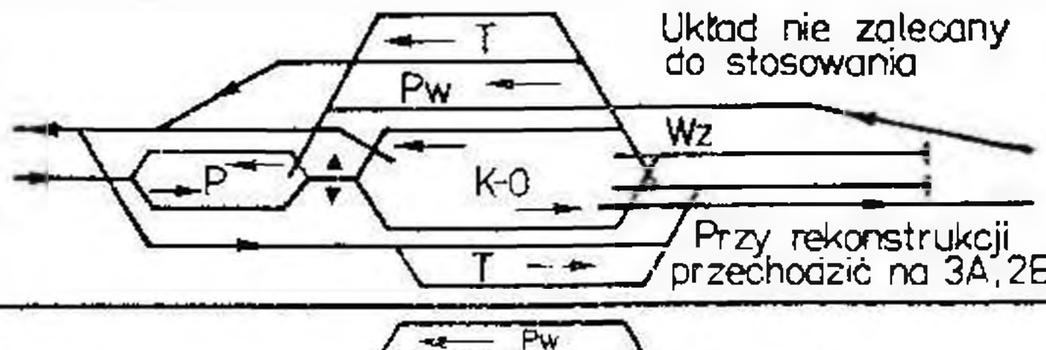
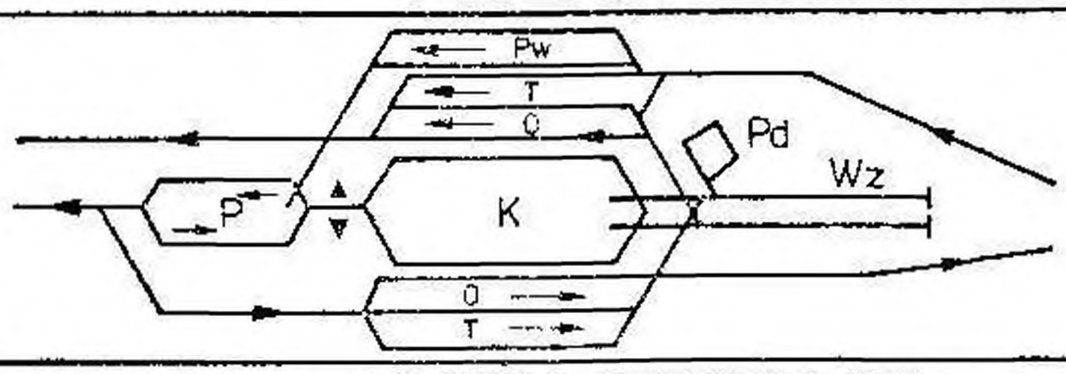
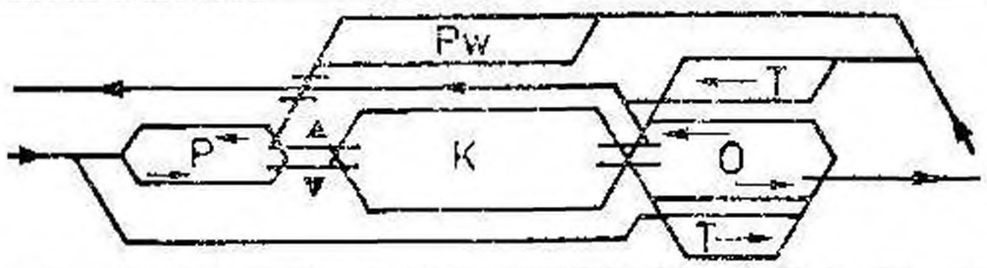
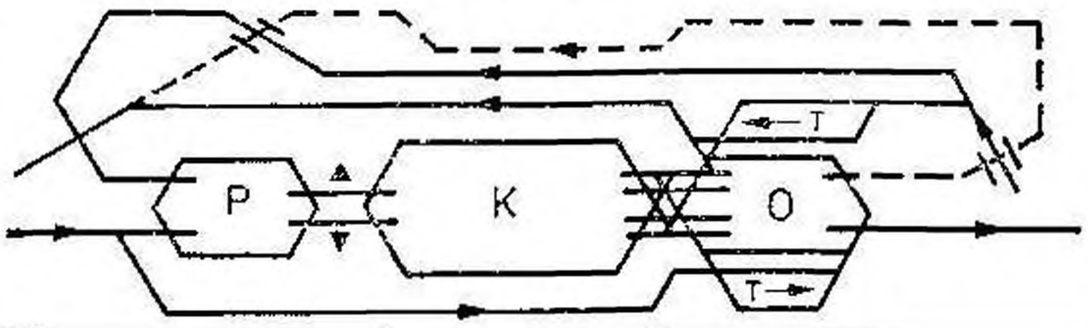
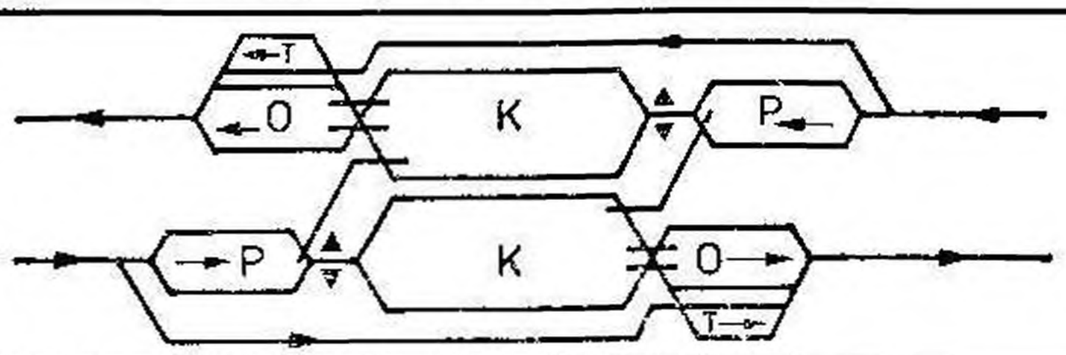
Na rysunku 7.14 przedstawiono systematykę układów stacji rozrządowych. Wyróżniono 7 charakterystycznych typów układów zasadniczych grup torów, które nie wyczerpują wszystkich możliwych kombinacji, lecz mogą służyć jako ilustracja tendencji kształtowania układów w zależności od rozmiarów zadań stacji. Podstawową przesłanką wyróżnienia typów układów było wzajemne położenie i powiązanie funkcjonalne głównych grup torów: przyjazdowej *P* i odjazdowej *O* lub przyjazdowo-odjazdowej *PO* oraz kierunkowej *K* lub kierunkowo-odjazdowej *K-O*.

W celu wyeksponowania cech poszczególnych typów układów przyjęto w uproszczeniu — przy rysowaniu schematów — że do stacji wchodzą tylko dwie linie dwutorowe z różnych kierunków oraz, że przez stację obok lub niej nie prowadzi się ruchu pasażerskiego. W rzeczywistości układy podejść do stacji rozrządowej są zwykle bardziej skomplikowane, gdyż wchodzi do niej więcej linii niż dwie, często zaś przez stację lub obok niej muszą być przeprowadzone ciągi torów dla ruchu pasażerskiego (na ogół częściowo połączone z ciągami torów dla pociągów towarowych tranzytowych nie rozrządzanych na stacji). Również lokalizacja lokomotywowni i wagonowni oraz połączenia ze stacją ładunkową i bocznicami komplikują układy. Odmiany poszczególnych typów układów powstają także wskutek zaniechania budowy, dodania pewnych grup torów lub ich innej lokalizacji, a w szczególności torów tranzytowych *T*.

Wartości zdolności przetwórczych stacji rozrządowych, podane dla poszczególnych typów układu, mają charakter wyłącznie orientacyjny. Ilustrują one tylko rząd ich wartości, oszacowany przy założeniu średniego wyposażenia stacji w urządzenia oraz przy zachowaniu rezerwy technicznej ok. 30%. Wartości zdolności przetwórczych stacji rzeczywistych w układzie zbliżonym do danego typu mogą znacznie różnić się od podanych (nawet o $\pm 33\%$) w zależności od liczby torów, rozwiązania dróg rozjazdowych, wyposażenia w urządzenia nastawcze oraz mechanizacji i automatyzacji rozrządzania, obsady i kwalifikacji personelu, organizacji pracy itp.

Schematy omówionych więc charakterystycznych typów układów stacji rozrządowych (rys. 7.14) [46] mogą być pomocne przy rozważaniu indywidualnych rozwiązań w konkretnych warunkach i dla określonych zadań ruchowych.

Kształtując układ stacji rozrządowej, która jest trwałym elementem infrastruktury, należy również zapewnić możliwości terenowe do obsługi potrzeb przewozowych, których nie można w pełni przewidzieć w chwili projektowania układu, a które — być może — wystąpią, np. za 15 czy 20 lat. Jest to bardzo ważny element w programowaniu rozwoju układu stacji, a jego pominięcie może doprowadzić — jak wskazuje praktyka — do dużej, kłopotliwej i kapitałochłonnej późniejszej przebudowy lub

Układ	Typ (symbol)	Schemat ideowy	Zakres stosowania	Orientacyjna zdolność przy średnim wyposażeniu technicznym stacji z zachowaniem rezerwy technicznej	
		Grupy torów P - przyjazdowa K - kierunkowa O - odjazdowa T - tranzytowa dla pociągów zatrzymywanych Pw - przyjazdowa wstępna P-O- przyjazdowo-odjazdowa P-O-T- przyjazdowo-odjazdowo-tranzytowa K-O- kierunkowo-odjazdowa Pd - porządkowa Wr - tor wyciągowy do rozrządzania Wz - tor wyciągowy do zestawiania pociągów Górka rozrządowa Wiadukt		Par poc./dobę rozrządzanych i zestawionych	Wagonów/dobę wyprawionych w poc. zestaw. na stacji
Jednokierunkowy	Poprzeczny	1A 	rozrządowe — obsługi	≈ 15 (10÷20)	≈ 700 (500÷1000)
		1B 	Duże stacje	≈ 30 (20÷40)	≈ 1500 (1000÷2000)
	Częściowo podłużny	2A 	stacje przemysłowych	≈ 45 (30÷60)	≈ 2200 (1500÷3000)
		2B 	Pomocnicze kombinatów	≈ 60 (45÷75)	≈ 3000 (2300÷3700)
	Podłużny	3A 	rozrządowe obsługi (np.	≈ 75 (60÷90)	≈ 3700 (3000÷4500)
		3B 	stacje stacje	≈ 90 (70÷110)	≈ 4500 (3500÷5500)
Dwukierunkowy	Pełny	4 	Główne Wielkie	≈ 2×75=150 (120÷180)	≈ 7500 (6000÷9000)

7.14. Charakterystyczne typy układu zasadniczych grup torów stacji rozrządowej [46]

nawet wręcz uniemożliwiać dostosowanie stacji do planowanych zadań. Jest to równocześnie zagadnienie bardzo trudne do rozwiązania, gdyż zabezpieczenie terenowych możliwości rozwoju układu stacji w perspektywie nie powinno istotnie zwiększać ponoszonych obecnie nakładów inwestycyjnych.

Ogólnie można zalecić wybieranie typu układu zapewniającego uzyskanie zdolności przetwórczej większej, niż wynika to z aktualnie rozpoznanych przewidywanych zadań ruchowych, i zrealizowanie w I etapie niepełnych układów grup torów, pozostawiając rezerwy terenowe na ich uzupełnianie w razie potrzeby. Jest to postępowanie bezpieczniejsze niż wybór typu układu dostosowanego do znanych zadań ruchowych i założenie, że ewentualne zwiększenie zadań będzie możliwe do opanowania tylko dzięki lepszemu wyposażeniu stacji w urządzenia oraz za pomocą środków organizacyjnych.

Z drugiej strony zastosowanie typu układu „za dużego" może prowadzić do znacznego zwiększenia nakładów inwestycyjnych w I etapie oraz do zwiększenia kosztów eksploatacyjnych, wskutek np. zwiększenia liczby personelu, wydłużenia dróg przemieszczania pociągów oraz wagonów.

W każdym przypadku są więc potrzebne: analizy wariantów wraz z oceną nakładów inwestycyjnych i kosztów społecznych, które trzeba będzie ponieść w związku z budową stacji i ewentualną jej rozbudową.

Rezerwowanie odpowiedniego terenu, przeznaczonego do rozbudowy stacji zaleca się szczególnie wówczas, gdy prawdopodobieństwo wystąpienia nieprzewidzianych zadań ruchowych jest znaczne, np. w nowych okręgach przemysłowych w rejonie portów morskich, na stacjach przygranicznych itp.

Typ 1A — układ jednokierunkowy poprzeczny z jedną grupą przyjazdowo-odjazdowo-tranzytową *P-O-T*

Charakterystyka układu — jest to najprostszy układ stacji rozrządowej, który powstał w wyniku oddzielenia grupy torów do akumulacji wagonów tj. torów kierunkowych *K* lub kierunkowo-odjazdowych *K-O* od grupy torów do przyjmowania i wyprawiania pociągów *P-O-T*.

Odmiany układu — stacja w tym układzie może mieć tylko jeden tor wyciągowy, służący do rozrządzania oraz zestawiania pociągów, bądź dwa tory wyciągowe (odrębny do rozrządzania i odrębny do zestawiania), wyprowadzone z różnych głowic. Rozrządzanie może być prowadzone sposobem odrzutowym, z toru wyciągowo-profilowanego lub przez górkę rozrządową. Pociągi do odjazdu mogą być przygotowywane na grupie kierunkowo-odjazdowej *K-O* bądź przyjazdowo-odjazdowo-tranzytowej *P-O-T*.

Zalety układu — zwartość układu, co powoduje stosunkowo mały stan personelu oraz ułatwia kierowanie pracą ruchową i nadzór, niewielkie nakłady inwestycyjne.

Wady układu — mała zdolność przetwórcza ze względu na liczne sprzeczne przebiegi pociągowe i manewrowe.

Zalecenia stosowania układu — pomocnicze stacje rozrządowe o małych zadaniach ruchowych, stacje rejonowe do obsługi zespołów bocznic i stacji ładunkowych, stacje obsługi dużych zakładów przemysłowych. Nie zaleca się stosowania grupy o podwójnej funkcji *K-O* z przyczyn omówionych szerzej dla typu układu 2A. Raczej zaleca się stosowanie układu grupy *P-O* i *K*.

Typ 1B — układ jednokierunkowy poprzeczny z dwoma grupami *P-O-T*

Charakterystyka układu — oddzielenie od siebie grup torów przyjazdowo-odjazdowo-tranzytowych *P-O-T* dla poszczególnych kierunków oraz umieszczenie grupy torów kierunkowych *K* pomiędzy ciągami torów głównych zasadniczych zmniejsza liczbę przebiegów sprzecznych.

Odmiany układu — tory wyciągowe (odrębne do rozrządzania i zestawiania) mogą być stosowane pojedynczo lub parami, co częściowo umożliwia równoległą pracę lokomotyw manewrowych.

Zalety układu — zwartość, stosunkowo mało sprzecznych przebiegów.

Wady układu — kłopotliwe organizowanie jazd awaryjnych na tory i z torów niewłaściwych szlakowych oraz jazd pociągów tranzytowych ze zmianą czoła pociągu (kierunku jazdy).

Zalecenia stosowania układu — pomocnicze stacje rozrządowe o średnich zadaniach rozrządowych, stacje rejonowe do obsługi zespołów bocznic i stacji ładunkowych, stacje obsługi dużych zakładów przemysłowych.

Typ 2A — układ jednokierunkowy częściowo podłużny z grupą kierunkowo-odjazdową *K-O*

Charakterystyka układu — usytuowanie grupy kierunkowo-odjazdowej *K-O* podłużne w stosunku do grupy przyjazdowej *P* zmniejsza zakres pracy manewrowej dzięki wyeliminowaniu przedstawiania na tor wyciągowy składów przygotowanych do rozrządzania przynajmniej z jednego kierunku. Wjazdy pociągów z kierunku przeciwnego niż kierunek rozrządzania odbywają się poprzez grupę torów przyjazdowo-wstępnych *P-W* na której pociąg może być:

a — chwilowo zatrzymany w razie występowania przebiegu sprzecznego w związku z równoczesnym rozrządzaniem innego pociągu z grupy *P*,

b — rozwiązany i przestawiony na grupę *P* ruchem manewrowym.

Wyjazd pociągu z toru *K* w kierunku przeciwnym do kierunku rozrządzania wymaga przerwania pracy górki.

Odmiany układu — tor wyjazdowy prowadzący z grupy *K-O* w kierunku przeciwnym do kierunku rozrządzania może się krzyżować z torem łączącym grupę *P-W* z grupą *P* w jednym poziomie lub różnopoziomowo. Wyjazd prowadzący w kierunku przeciwnym do kicrunku rozrządzania może być rozwiązany przy użyciu odrębnej grupy odjazdowej (np. jak w typie 2B), przy równoczesnym pozostawieniu torów kierunkowo-odjazdowych *K-O* dla kierunku zgodnego z kierunkiem rozrządzania.

Zalety układu — dość zwarty, stosunkowo łatwy do wpisania w teren przy uzyskaniu dodatkowych korzyści z rozrządzania bez przestawiania większości składów.

Wady układu — przygotowywanie pociągów do odjazdu na grupie kierunkowej eliminujące potrzebę ich przestawiania na odrębne tory odjazdowe, ma uzasadnienie tylko w przypadku pociągów jednogrupowych, nie wymagających zestawienia. Staczanie z górki rozrządowej na tor *K-O*, na którym przygotowuje się pociąg do odjazdu, musi być wykluczone ze względu na bezpieczeństwo personelu pracującego przy pociągu. Wszelkie pomyłki są bardzo niebezpieczne, a wagony przeznaczone na dany tor kierunkowy muszą być w tym czasie staczane na inny tor i następnie z niego przesta-

wiane na tor prawidłowy lub też trzeba przeznaczyć po dwa tory *K* dla tej samej relacji.

Zalecenia stosowania układu — układu z grupą *K-O* nie należy stosować w nowych rozwiązaniach. Układ ten jest spotykany jeszcze dość często na istniejących pomocniczych i nawet głównych stacjach rozrządowych oraz na stacjach obsługi kombinatów przemysłowych. Przy przebudowie tych stacji zaleca się wyodrębnianie grup odjazdowych w układzie poprzecznym w stosunku do torów kierunkowych (typ 2B) lub podłużnym (typ 3A lub 3B) w celu oddzielenia kolizyjnych funkcji przygotowania pociągów do odjazdu od funkcji akumulacji wagonów.

Typ 2B — układ jednokierunkowy częściowo podłużny z wydzielonymi grupami odjazdowymi *O*, usytuowanymi poprzecznie w stosunku do grupy kierunkowej *K*

Charakterystyka układu — wyodrębnienie grup odjazdowych umożliwia oddzielenie kolizyjnych operacji gromadzenia wagonów i przygotowanie pociągów do odjazdu. Powiązanie funkcjonalne grup tranzytowych z odjazdowymi stwarza warunki koncentracji dla personelu obsługującego — szczególnie służby wagonowej (pociągi zestawione na stacji oraz tranzytujące), istnieją możliwości wymiennego wykorzystywania torów, co jest korzystne ze względu na nierównomierność w ruchu pociągów.

Odmiany układu — możliwe jest przeprowadzenie obu torów głównych zasadniczych dla pociągów tranzytowych po jednej stronie stacji wraz z grupą torów dla pociągów tranzytowych obu kierunków lub inne rozwiązania przewidujące łączenia funkcji grup *O* i *T*. Na schemacie (rys. 7.14) wskazano możliwość utworzenia torów pomocniczej grupy porządkowej *Pd* do porządkowania wagonów dla pociągów wielogrupowych (np. zbiorowych). Obecnie — wobec zmniejszania się udziału — pociągów wielogrupowych — raczej rezygnuje się z budowy odrębnych grup *Pd*, a potrzeby powtórnego rozrządzenia (porządkowania) zaspokaja się za pomocą manewrów płaskich, wykonywanych w rejonie zestawiania pociągów (przy wykorzystaniu końcowych odcinków kierunkowych).

Zalety układu — oddzielenie funkcjonalne gromadzenia wagonów do przygotowania pociągów do odjazdów, jeszcze stosunkowo zwarty układ.

Wady układu — konieczność „poprzecznego" przestawiania zestawionych składów na tory odjazdowe (trudne manewry z pchaniem dużych grup wagonów), znaczne poprzeczne rozwinięcie stacji utrudniające rozwiązanie dróg rozjazdowych.

Zalecenia stosowania układu — pomocnicze stacje rozrządowe o większych zadaniach ruchowych i dużym potoku pociągów tranzytowych oraz modernizowane główne stacje rozrządowe, jeśli warunki terenowe uniemożliwiają budowę grupy odjazdowej *O* w układzie podłużnym wg typu 3A, stacje obsługi wielkich kombinatów przemysłowych.

Typ 3A — układ jednokierunkowy pełny podłużny — *P-K-O*

Charakterystyka układu — trzy główne grupy torów: przyjazdowa *P*, kierunkowa *K*, odjazdowa *O* ułożone kolejno podłużnie, co zapewnia względnie swobodnie przepływ potoku rozrządzanych wagonów z minimalną liczbą ruchów zwrotnych. Przeciwbieżne do kierunku przepływu (rozrządzania) pozostają tylko: wjazd pociągu z kierunku

przeciwnego do kierunku rozrządzania, rozwiązywany za pomocą grupy przyjazdowo-wstępnej *P-W* (jak w typie 2A i 2B) oraz wyjazd pociągów z grupy *O* w kierunku przeciwnym do rozrządzania, kolidujący z częścią pracy manewrowej zestawiania pociągów.

Odmiany układu — najczęściej dotyczą lokalizacji grup tranzytowych *T*, przy czym najkorzystniejsze jest ułożenie ich w sąsiedztwie grupy odjazdowej ze względu na koncentrację czynności o zbliżonym charakterze — choć stosuje się również lokalizację przy grupie przyjazdowej *P* lub kierunkowej *K* (ewentualnie po jednej stronie stacji).

Zalety układu — mało przebiegów sprzecznych, co umożliwia osiąganie dużych zdolności przetwórczych.

Wady układu — wydłużony układ stacji, osiągający do 4 km + długości rozplotów na podejściach rzędu 2 × 1,5 km, łącznie 5 do 7 km, utrudnia wpasowanie układu stacji w teren w planie i profilu, tym bardziej, że jest pożądane ułożenie stacji wzdłuż osi prostej (lub, co najwyżej z niewielkimi załamaniami osi rzędu do 12° pomiędzy grupami). Liczba personelu stacji jest znaczna, wyłaniają się problemy komunikacji wewnętrznej i nadzoru pracy oraz uzbrojenia podziemnego.

Zalecenia stosowania układu — główne stacje rozrządowe, wyjątkowo pomocnicze stacje rozrządowe o szczególnie dużych zadaniach, stacje obsługi wielkich kombinatów przemysłowych.

Typ 3B — układ jednokierunkowy pełny podłużny (*P-K-O*) z „pętlą" (lub z „pętlami")

Charakterystyka układu — w celu uniknięcia przebiegów sprzecznych podczas wjazdu pociągów na grupę przyjazdową z kierunku przeciwnego do kierunku rozrządzania, tor wjazdowy wykonuje zwrot o 180° („pętla") dla wprowadzenia w tę samą głowicę wjazdową grupy *P*, jak wjazdy z kierunku zgodnego z kierunkiem rozrządzania. W celu zmniejszenia liczby przebiegów sprzecznych wyjazdów z grupy *O* w kierunku przeciwnym do kierunku rozrządzania i zwiększenia zdolności wykonywania manewrów w rejonie zestawiania przez równoczesne prowadzenie pracy 3 lub nawet 4 lokomotyw — zwiększa się liczbę dróg rozjazdowych w tym rejonie.

Odmiany układu — analogicznie do „pętli" dla wjazdów można wytworzyć „pętlę" dla wyjazdów, wyprowadzając wszystkie tory wyjazdowe z grupy *O* i wykonując zwrot toru dla wyjazdów w kierunku przeciwnym do kierunku rozrządzania o 180°. Inną odmianą układu powodującą zwiększenie zdolności przetwórczej górki rozrządowej może być przystosowanie jej do równoległego rozrządzania pociągów.

Zalety układu — eliminacja przebiegów sprzecznych, co umożliwia osiąganie bardzo dużych zdolności przetwórczych, zbliżonych do zdolności przetwórczej układów stacji rozrządowych dwukierunkowych (typ 4). Fakt, że mamy do czynienia z jednym układem rozrządowym, ułatwia w porównaniu z układem dwukierunkowym koncentrację nakładów inwestycyjnych na wysoko wydajne urządzenia automatyzacji pracy manewrowej i umożliwia osiągnięcie zmniejszenia liczby personelu.

Wady układu — promień łuku torów „pętli" nie może być zbyt mały, dla zapewnienia dobrych warunków ruchu pociągów oraz nienadmiernego zużycia nawierzchni. Pożądany *R* w granicach 1000–1200 m, a minimalny *R* = 600 m. Wytrasowanie „pętli"

w rejonach intensywnego użytkowania terenów jest bardzo trudne, tereny zaś objęte „pętlą", są trudno dostępne dla ich gospodarczego wykorzystania. Układ bardzo trudny do zastosowania w terenie inne problemy jak dla typu 3A. Można próbować rozwiązać tzw. „pętle ukryte" w układzie całych węzłów kolejowych, kierując pociągi przyjeżdżające i odjeżdżające ze stacji rozrządowej na tę samą linię wylotową innymi trasami w węźle.

Zalecenia stosowania układu — główne stacje rozrządowe o szczególnie wielkich zadaniach.

Typ 4 — układ dwukierunkowy

Charakterystyka układu — są to stacje o układach rozrządowych położonych obok siebie, o przeciwnych kierunkach rozrządzania. Skrajne wewnętrzne tory grup kierunkowych są przeznaczone do gromadzenia potoków wagonów zwrotnych, które są wyprawiane ze stacji w kierunku przeciwnym do kierunku w którym wyprawia pociągi grupa odjazdowa danego układu rozrządowego.

Grupy takich wagonów są przestawiane na grupę przyjazdową drugiego układu i ponownie rozrządzane już na właściwe tory kierunkowe.

Odmiany układu — w układach stacji rozrządowych dwukierunkowych może powstać wiele odmian, wynikających z różnego stopnia rozwinięcia układów poszczególnych kierunków rozrządowych oraz ich wzajemnego przesunięcia podłużnego, a także prowadzenia torów dla pociągów tranzytowych (i ewentualnie pasażerskich) na zewnątrz układów rozrządowych po obu stronach stacji (jak pokazano na schemacie), na zewnątrz po jednej stronie lub wewnątrz pomiędzy układami rozrządowymi.

Zalety układu — układ zapewnia duże zdolności przetwórcze. Jest przejrzysty i logiczny oraz korzystnie wpływa na wykonywanie pracy, pod warunkiem, że liczba wagonów zwrotnych podwójnego rozrządzania jest niewielka, rzędu 10–20% ogółu rozrządzanych wagonów.

Wady układu — zajęcie dużej powierzchni terenu i trudności z wpasowaniem stacji w teren, znaczne nakłady inwestycyjne i potrzeba licznego personelu obsługi, złożone problemy komunikacji wewnętrznej, nadzoru oraz uzbrojenia podziemnego, podwójne rozrządzanie potoków wagonów „zwrotnych".

Zalecenia stosowania układu — główne stacje rozrządowe o szczególnie dużych zadaniach z wyraźnym ukierunkowaniem potoków wagonów przy małym udziale potoków zwrotnych (podwójnie rozrządzanych), stacji obsługi dla wyjątkowo wielkich kombinatów przemysłowych, jak np. kombinaty hutnictwa żelaza o produkcji przekraczającej 5 mln ton stali/rok.

7.4. Układy torowe

7.4.1. Podejścia do stacji rozrządowych

Jeżeli do stacji wchodzi więcej niż jedna linia, to jako zasadę należy przyjmować ich kierunkowe wejście i wyjście ze stacji.

W obszarach silnie zurbanizowanych wszelkie rozwinięcia torowe na podejściach do

stacji napotykają na trudności wynikające z ograniczeń terenowych, kolizji z inną zabudową, ochrony terenów itp. W tych warunkach wprowadzenie do stacji linii z uwzględnieniem normalnych parametrów technicznych, obowiązujących na danej linii, jest zazwyczaj niemożliwe i należy przewidywać warunki ulgowe. Obowiązujące przepisy przewidują taką możliwość, ale za każdorazową zgodą Ministerstwa Transportu i Gospodarki Morskiej (Dyrekcji Generalnej PKP):

— dla łuków poziomych promień nie może być mniejszy od dopuszczalnego, jak dla danej kategorii linii w terenie górskim,
— dla pochyleń miarodajnych nie ma takich wytycznych i każde odstępstwa, od przepisów wymaga zgody ministra komunikacji.

Przy wprowadzaniu w coraz szerszym zakresie trakcji elektrycznej oraz ciężkich lub bardzo ciężkich składów, każde odstępstwo od parametrów obowiązujących na linii musi być uzasadnione obliczeniami.

Należy pamiętać, że pociąg na podejściu do stacji może zatrzymać się nie tylko przed semaforem, ale — w przypadku, np. zaniku napięcia w sieci trakcyjnej — w każdym dowolnym, najmniej korzystnym miejscu, a następnie powinien ruszyć. Zasadą ta musi być spełniona bez względu na obowiązujący kierunek ruchu, ponieważ przy obecnych urządzeniach srk przewiduje się zwykle możliwość prowadzenia ruchu również po torze niewłaściwym.

Analogicznie zaprojektowane pochylenia muszą zapewniać zatrzymanie się każdego pociągu przed semaforem odstępowym lub wjazdowym.

7.4.2. Grupa przyjazdowa *P*

Na nowych stacjach stosuje się pochylenie podłużne 0–0,5‰, a na stacjach modernizowanych 0–1,5‰, pożądane jest, aby spadek torów był skierowany do górki rozrządowej.

Liczba torów w **grupie przyjazdowej** *P* wynika z obliczeń

$$n_p = \frac{1{,}2 \cdot 2 \cdot N_p \cdot t_p}{1440} \tag{7.1}$$

gdzie:

n_p — liczba torów w grupie przyjazdowej,
N_p — liczba pociągów przyjeżdżających na grupę przyjazdową,
t_p — czas zajęcia grupy przyjazdowej przez jeden pociąg [min],
1,2 — współczynnik rezerwy technicznej,
2 — współczynnik nierównomierności przyjazdów,
1440 — liczba minut w dobie.

Na podstawie dotychczasowej praktyki można przyjąć, że minimalna liczba torów nie powinna być mniejsza niż 4 (nie licząc torów komunikacyjnych).

Długość torów powinna odpowiadać najdłuższym przyjmowanym pociągom, czyli 120 lub 150 osi + lokomotywa 25 m + długość wynikająca z:

— odczepienia lokomotywy manewrowej — min 20 m,
— długości odcinka izolowanego znajdującego się za ukresem głowicy wjazdowej, służącego do zwalniania drogi przebiegu — min 5 m,

— szerokości drogi kołowej technologicznej, łączącej drogi technologiczne na międzytorzach min 3 m × 2 (dla obu głowic),
— długości odcinka ewentualnej drogi ochronnej, która jest różna, a mianowicie:
— przy równoczesnym wjeździe na grupę z tej samej strony 2 lub więcej pociągów z ograniczoną prędkością do $v = 40$ km/h (wjazd na kierunek zwrotny rozjazdu), l_{min} drogi ochronnej wynosi 15 m,
— jak w przypadku pierwszym, ale jeden z przyjmowanych pociągów wjeżdża w kierunku prostym bez ograniczenia prędkości, l_{min} wynosi wówczas 100 m,
— w przypadku, gdy wjazd odbywa się równocześnie z dwóch stron grupy przyjazdowej na tory sąsiednie z ograniczoną prędkością do $v = 40$ km/h, l_{min} wynosi wówczas 50 m.

W efekcie otrzymuje się długość torów między ukresami:
720 m dla pociągów 120-osiowych,
875 m dla pociągów 150-osiowych.

Jeżeli na stacji zbiega się kilka linii, po których kursują pociągi różnej długości, to na podejściach można rozwinąć układy torowe, aby linie o krótszych pociągach wprowadzać na tory skrajne grupy *P*, które ze względu na samą konstrukcję grupy są zwykle krótsze niż tory środkowe. Podstawową trudnością, która ogranicza możliwość projektowania torów różnej długości, jest problem dróg technologicznych.

Względy bezpieczeństwa wymagają, aby droga technologiczna krzyżująca się z torami (lub droga przeciwpożarowa łącząca drogami technologiczne na międzytorzach) krzyżowała się z torami pod kątem prostym (lub co najmniej pod kątem 60°). Dodatkowym warunkiem jest to, aby drogi te były zawsze dostępne, a więc zlokalizowane poza skrajnią pociągu wraz z lokomotywą manewrową z tyłu. Te wymagania ograniczają możliwość stosowania torów o różnych długościach użytkowych, a tym samym skracania całej długości grupy *P*.

Istnieje tendencja do zwiększania szerokości międzytorzy, co jest wynikiem:
— coraz większego uzbrojenia stacji w różnorodne urządzenia,
— konieczności wprowadzania zmechanizowanych prac remontowych przy utrzymaniu torów,
— tendencji do maksymalnego zwiększania zakresu czynności obsługowych i naprawczych przy wagonach, bez konieczności wyłączania ich ze składów i kierowania na punkty naprawcze.

Szerokości międzytorzy dobrane tak, aby spełniały wszystkie wymagania, powodują znaczne zwiększenie szerokości grup torowych, co najczęściej jest nieosiągalne w praktyce ze względu na brak miejsca. Można więc dla ograniczenia szerokości grup torowych wprowadzać co drugie międzytorze o szer. 5,50–6,00 m, gromadząc na nim większość potrzebnych urządzeń oraz zachowywać na co drugim międzytorzu szer. minimalną, tj. 4,75 m.

Układ torów w grupie *P* komplikuje często konieczność wprowadzenia pociągów towarowych z kierunku przeciwnego do kierunku rozrządzania. W takim przypadku jeden tor komunikacyjny w grupie jest niewystarczający i należy przewidywać dwa tory, najczęściej są to tory skrajne. Wprowadzenie wjazdów z kierunku przeciwnego do kierunku rozrządzania ogranicza zawsze zdolność przetwórczą stacji i może być stoso-

wane tylko w warunkach koniecznych. Tego typu rozwiązania są natomiast stosowane, jeżeli podstawianie składu odbywa się z grupy przyjazdowo-wstępnej na zasadach manewru, np. przestawianie składów do powtórnego rozrządzania, podstawianie składu z bocznic itp. Tory włącza się do grupy przyjazdowej z uwzględnieniem wjazdu na tory tej grupy w taki sposób, aby praca rozrządowa na pozostałych torach mogła odbywać się bezkolizyjnie.

7.4.3. Grupa kierunkowa *K* i rejon zestawiania składów pociągów

Grupa kierunkowa służy do rozrządzania i akumulowania wagonów oraz zestawiania składów wagonowych. Rozrządzanie odbywa się za pomocą górki rozrządowej, a zestawianie za pomocą wyciągowych usytuowanych od strony przeciwnej niż górka rozrządowa.

Liczbę torów w grupie kierunkowej oblicza się ze wzoru:

$$n_k = \frac{N_r \cdot l_w \cdot t_a}{24 \cdot l_k \cdot z} \tag{7.2}$$

gdzie:

N_r — liczba wagonów przejeżdżających przez górkę rozrządową,
l_w — długość wagonu [m],
t_a — czas akumulacji [h],
l_k — długość toru kierunkowego[m],
$z = 0{,}6$ — współczynnik zwiększający, gdy nie ma grupy porządkowej,
$z = 0{,}8$ — współczynnik zwiększający, gdy jest grupa porządkowa,
24 — liczba godzin w dobie.

Długość użyteczna torów kierunkowych (dla stacji wyposażonej w hamulce kierunkowe długość użyteczną należy mierzyć od końca tego hamulca) nie powinna wynosić mniej niż 750 m. Dla pociągów 150-osiowych pożądana długość użyteczna powinna wynosić 850–1000 m, a dla 120-osiowych — 700 do 900 m.

Minimalny rozstaw osi torów powinno się przyjmować jako 4,75 m. Taka wartość pozwala na technicznie poprawne utwardzenie międzytorzy i swobodne poruszanie się po nich personelu. Większe rozstawy osi torów stosuje się przy lokalizacji masztów oświetleniowych lub słupów oraz dróg przeciwpożarowych oraz technologicznych. W takich przypadkach rozstaw osi torów powinien być obliczony każdorazowo, przy czym poszerzone międzytorze powinno mieć minimalną szerokość między wiązkami torowymi równą 6,00 m. Przy oświetleniu słupowym zasada ta nie może być zazwyczaj zachowana, ponieważ słupy oświetleniowe rozmieszcza się co 4 lub 6 międzytorze, w zależności od wysokości stawianych słupów.

Tory kierunkowe należy grupować odrębnie dla:

1 — grup wagonów, które są zestawiane w pociągi grupowe na torach kierunkowych,
2 — wagonów, które są zestawiane według porządku geograficznego,
3 — wagonów do pociągów jednogrupowych, które ewentualnie powinny mieć możliwość bezpośredniego wyjazdu ze stacji z pominięciem grupy,
4 — wagonów uszkodzonych, przeznaczonych do wagonowni, wagonów z drobnicą dla miejscowej stacji ładunkowej, wagonów dla bocznic itp.

142 Należy zwracać uwagę, aby zestawienie pociągów przeznaczonych do odjazdu na różne linie nie stwarzało kolizji w rejonie zestawiania.

Ponieważ głowica zestawiania spełnia rolę torów do zestawiania składów, rejon ten pomimo automatyzacji pracy rozrządowej łatwo może się stać wąskim gardłem stacji, ograniczającym jej zdolność przetwórczą. Aby temu zapobiec, zaleca się grupowanie torów kierunkowych w niezależne wiązki torowe, połączone zniezależnymi drogami z grupą odjazdową, aby można było w tym rejonie zatrudnić właściwą liczbę lokomotyw manewrowych do zestawiania składów. Wskazane jest sprawdzenie zaprojektowanego układu, za pomocą opracowania procesu technologicznego. Praktyka wykazała, że w tym rejonie popełnia się najwięcej błędów projektowych.

Dla ułatwienia pracy manewrowej głowica zestawiania wagonów w grupie kierunkowej oraz odcinek torów kierunkowych o długości ok. 200 m powinny leżeć na spadku wynoszącym do $1{,}5^0/_{00}$, prowadzącym w stronę górki rozrządowej.

7.4.4. Grupa porządkowa *Pd*

Grupa porządkowa *Pd* jest umieszczona zwykle równolegle do torów kierunkowych Rozrządzanie na tej grupie torów prowadzi się, korzystając z toru wyciągowego, który powinien mieć dobre, bezkolizyjne połączenia z tą częścią grupy kierunkowej, na którą rozrządza się wagony, podlegające następnie kolejnemu rozrządzaniu na grupie porządkowej. Grupę porządkową wyposaża się w górkę o spadku na początku długości stoczni rozrządowej — ok. $25^0/_{00}$, a dalej — o spadku ok. $7^0/_{00}$. Na przedłużeniu grupy powinna się znajdować wiązka torów odjazdowych dla pociągów zbiorowych. Ze względu na ograniczenie zestawiania pociągów wielogrupowych grupy porządkowe są coraz rzadziej stosowane.

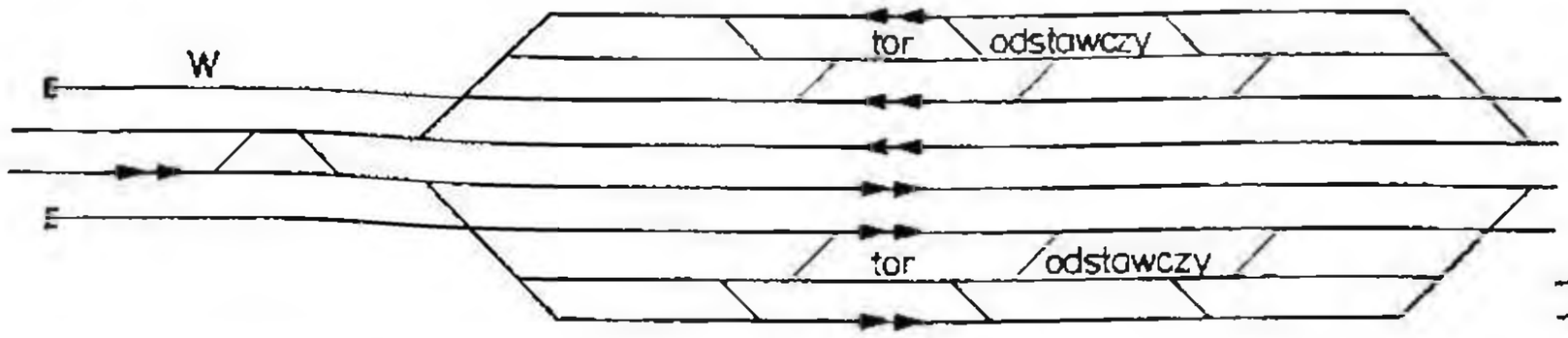
7.4.5. Grupa odjazdowa *O*

Oprócz zasadniczego przeznaczenia, tj. wyprawiania pociągów, **grupa odjazdowa** — a właściwie jej głowica łącząca się z grupą kierunkową — ma za zadanie zestawienie składów (można to z łatwością wykonać, ponieważ odległość pomiędzy ukresami torów kierunkowych i torów odjazdowych wynosi zwykle ok. 300 m), co może zastąpić w wielu przypadkach budowę osobnego toru wyciągowego.

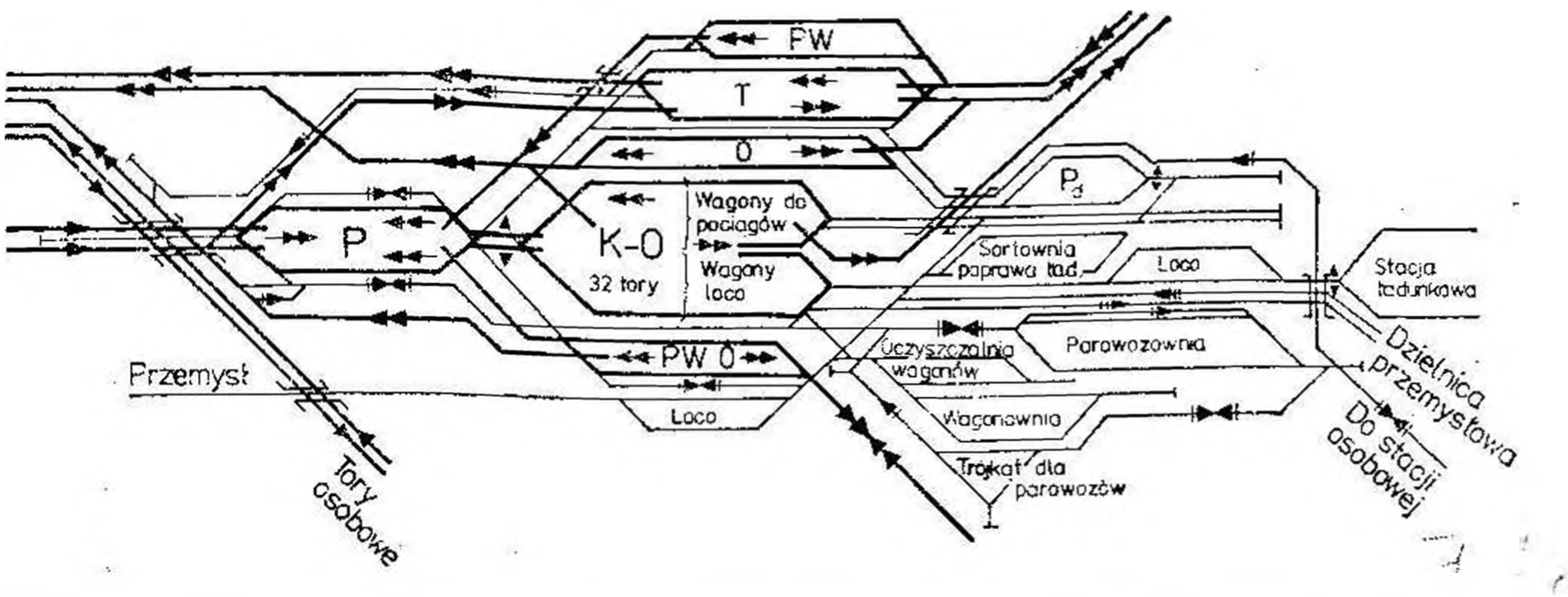
Długość użytkowa torów, pochylenie podłużne grupy, szerokość międzytorzy są analogiczne jak w grupie przyjazdowej. Uwaga ta dotyczy również obliczeń, należy jedynie zaznaczyć, że wymagane jest uwzględnienie drogi ochronnej usytuowanej za sygnalizatorami o długości 15 m.

7.4.6. Grupa tranzytowa *T*

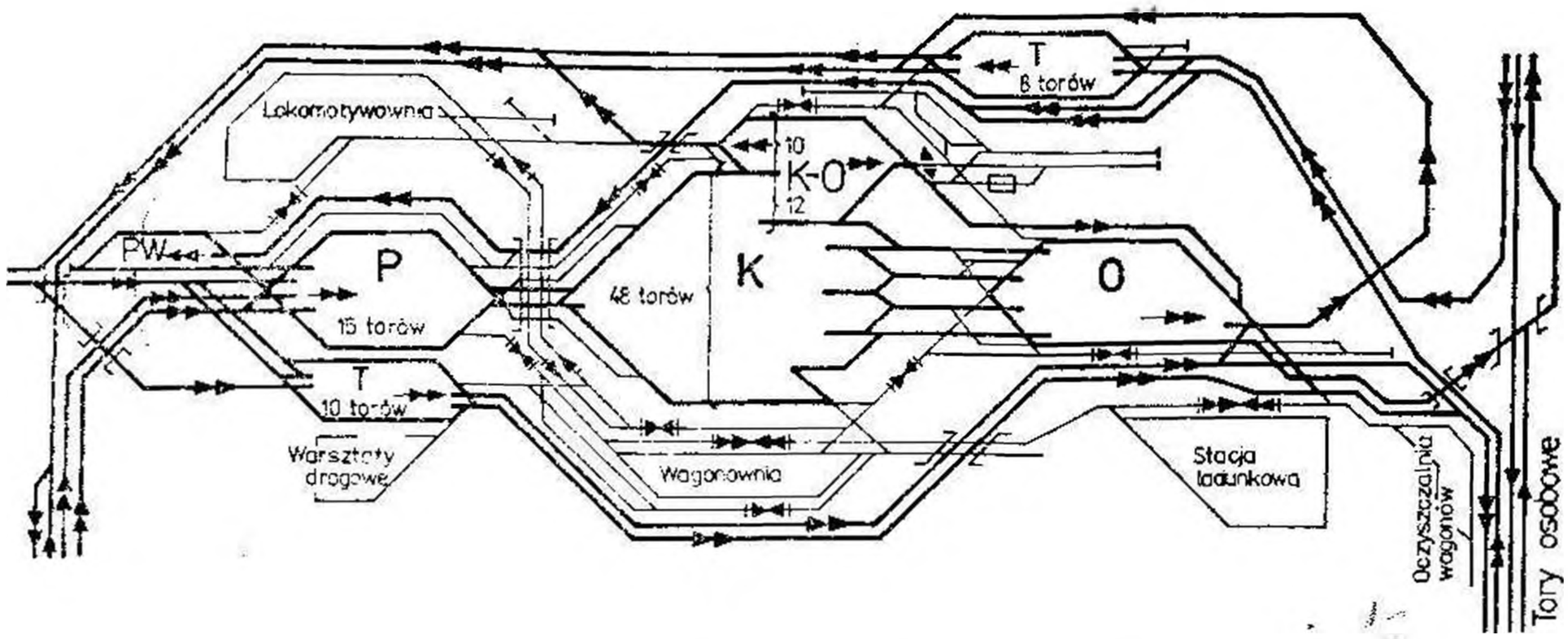
Grupy tranzytowe zaleca się lokalizować na wysokości grupy odjazdowej tak, aby miała dobre połączenie z grupą przyjazdową i kierunkową, w celu wymiany grup wagonów w pociągach tranzytowych. Lokalizacja jej w wielu wypadkach zależy od dysponowanego miejsca. Niekiedy wydziela się tylko tory tranzytowe w grupach przy-



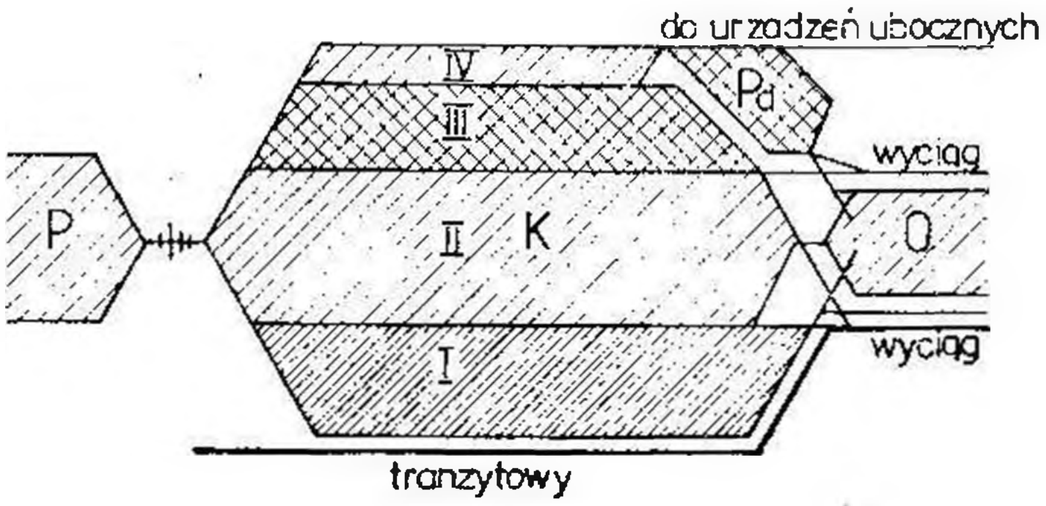
7.15. Schemat układu torów grupy tranzytowej do wymiany grup wagonów [46]



7.16. Schemat stacji rozrządowej jednokierunkowej, 2-grupowej zaprojektowanej w Polsce na przełomie lat 40. i 50.

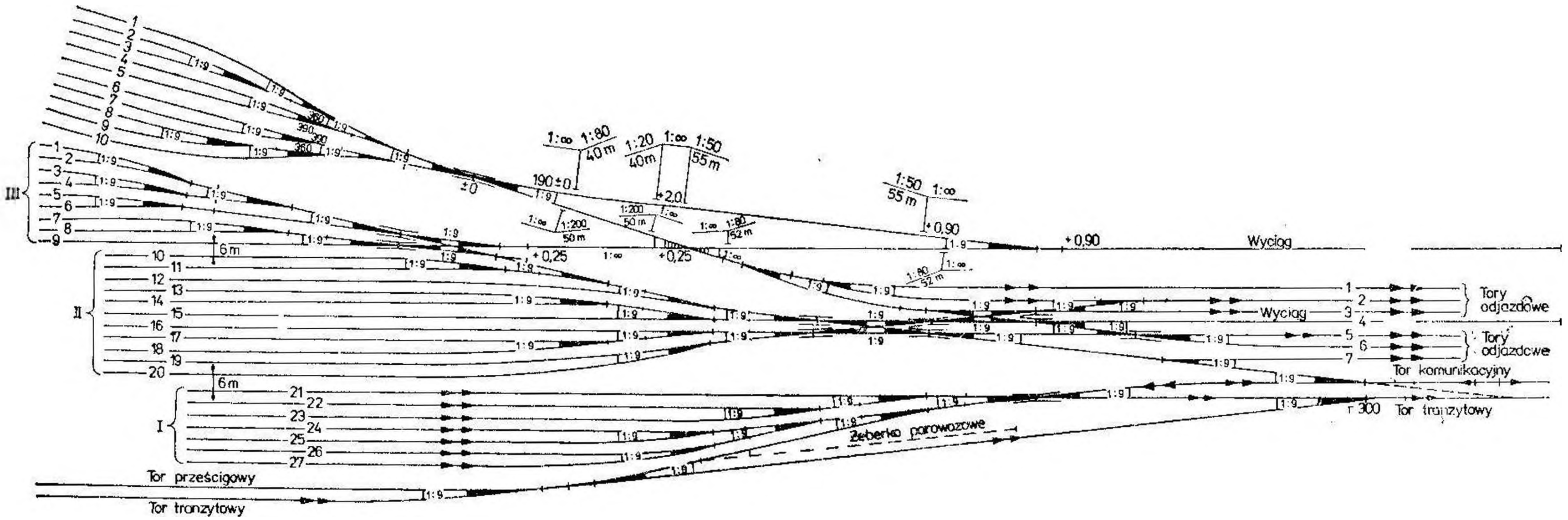


7.17. Schemat stacji rozrządowej jednokierunkowej, 3-grupowej zaprojektowanej w Polsce w latach 60.

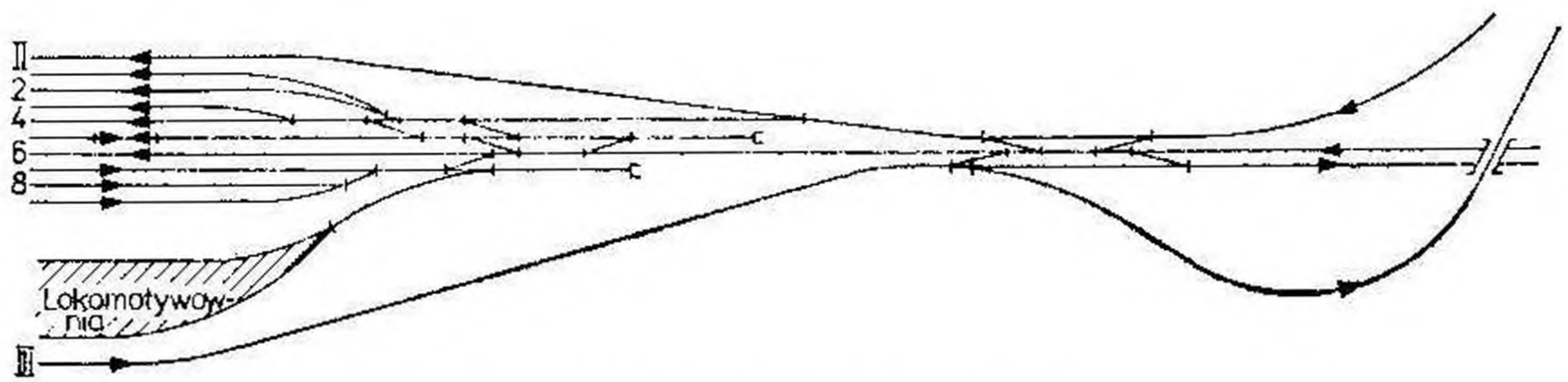


7.18
Rozczłonkowanie grupy kierunkowej

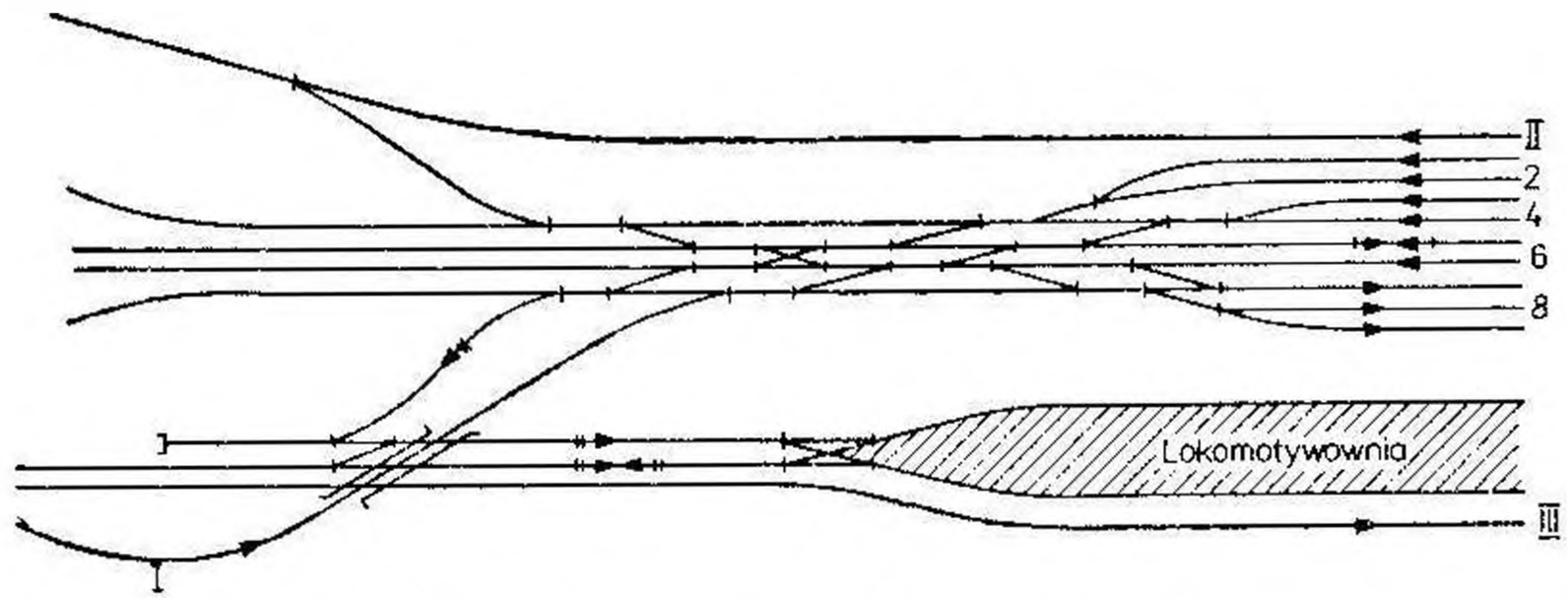
Tory przeznaczone na: *I* — wagony dla pociągów jednogrupowych, *II* — grupy wagonów, z których na torach kierunkowych są zestawione pociągi, *III* — wagony, które są dodatkowo porządkowane na grupie porządkowej, *IV* — wagony dla urządzeń ubocznych



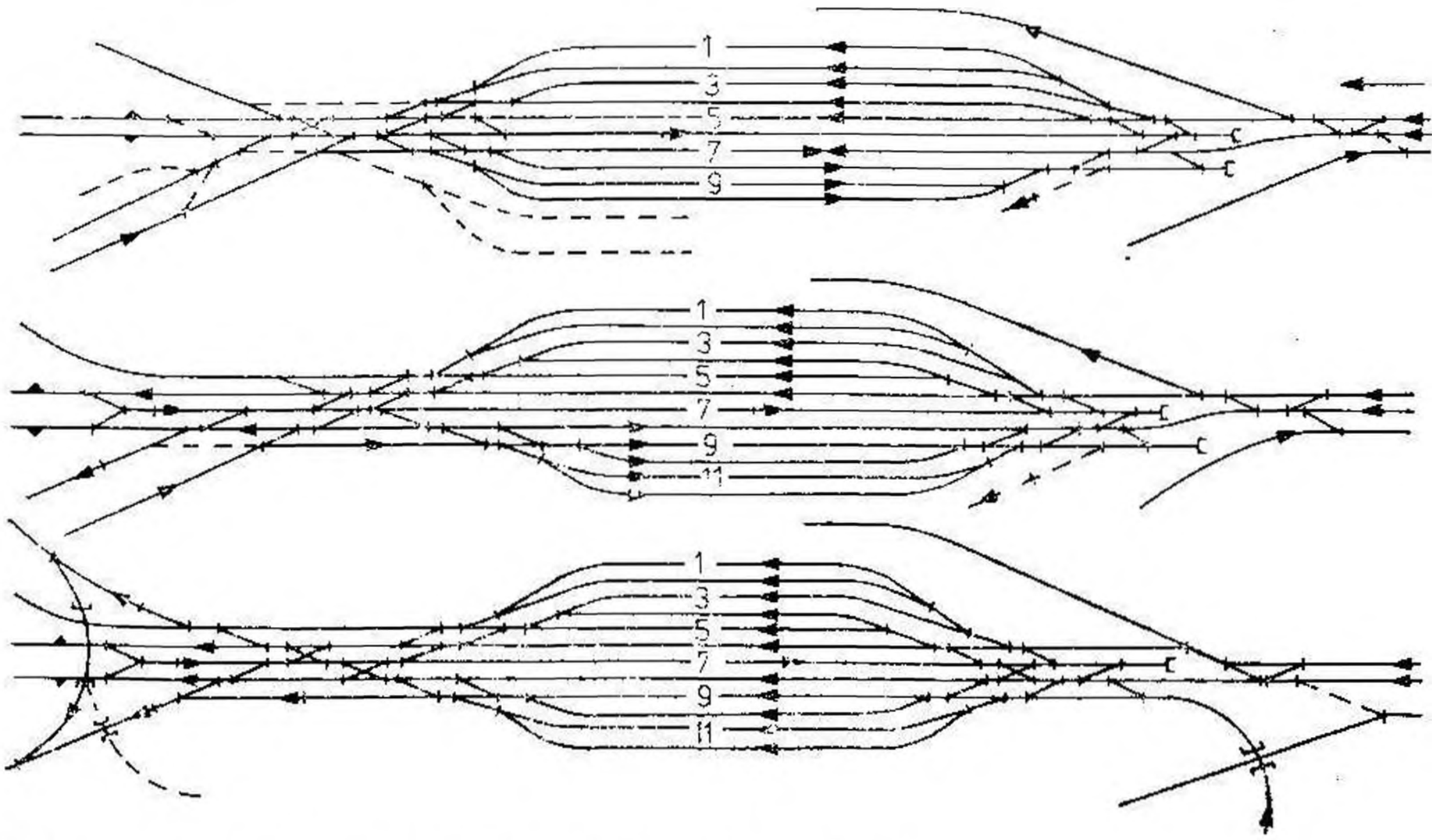
7.19. Rozwinięcie torów grupy kierunkowej od strony odjazdu



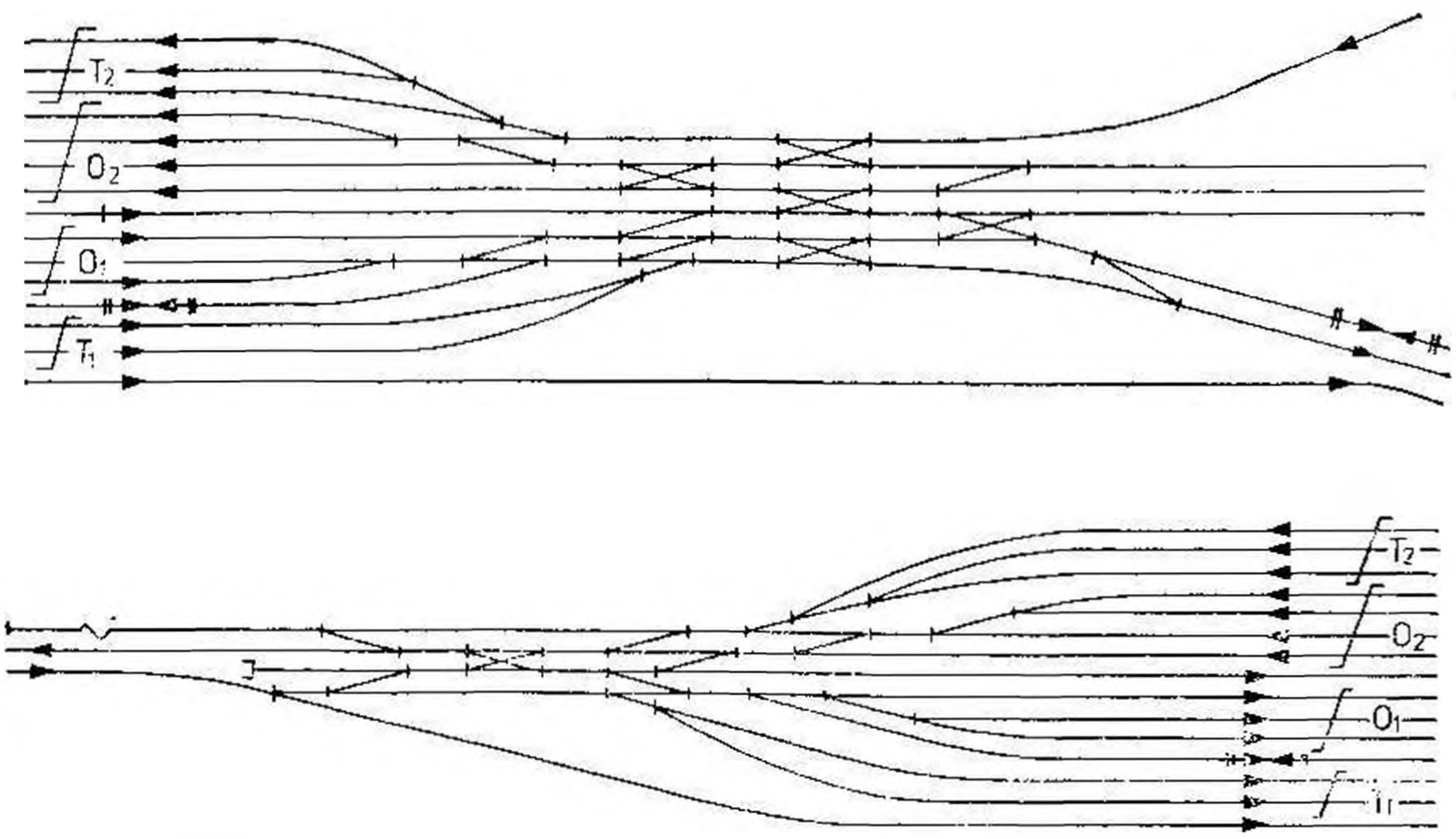
7.20. Schemat wjazdowej głowicy grupy przyjazdowej



7.21. Schemat wyjazdowej głowicy grupy przyjazdowej



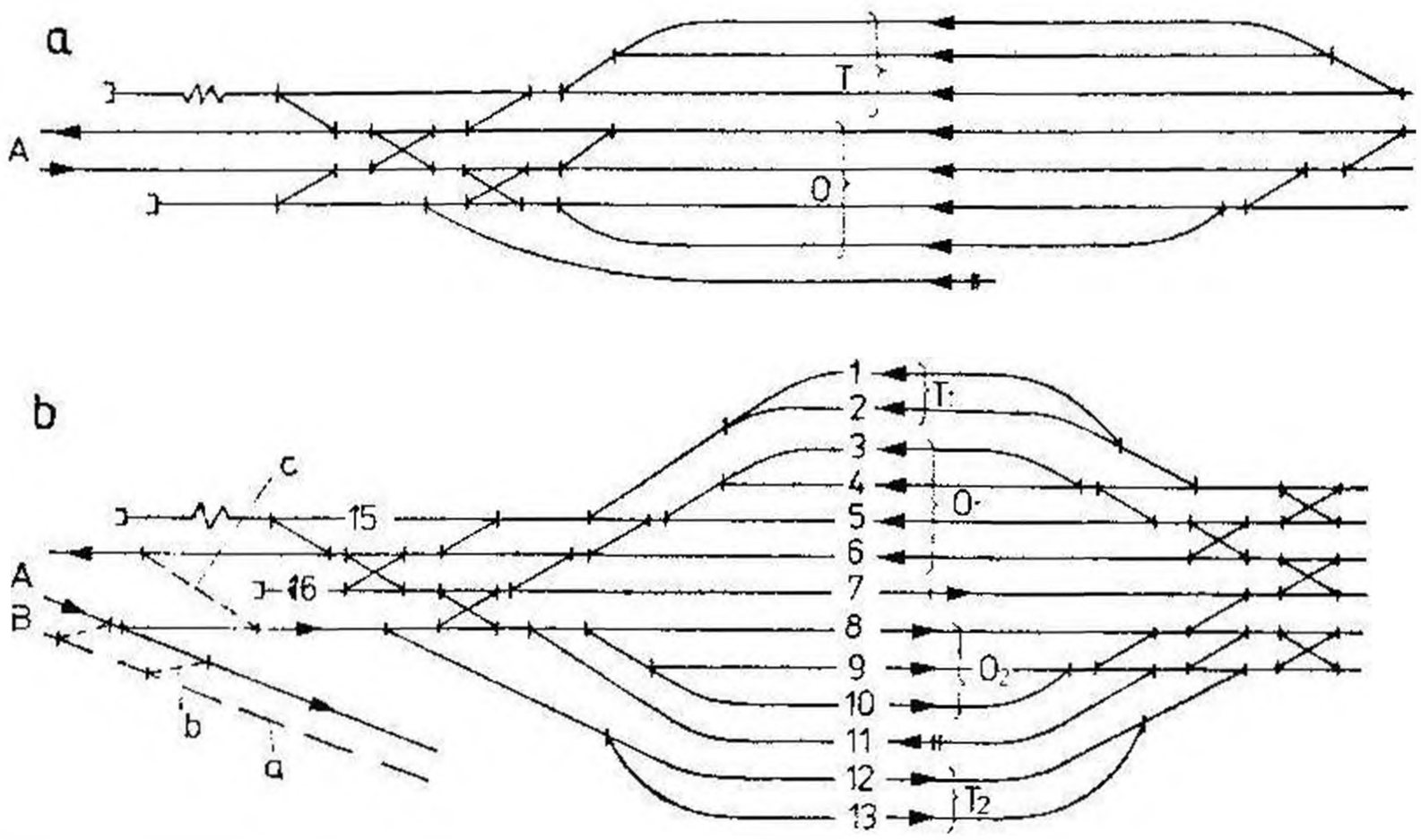
7.22. Schematy grupy przyjazdowej



7.23. Schemat wjazdowej i wyjazdowej głowicy grupy odjazdowej

jazdowych lub odjazdowych w ten sposób, aby miały wjazd i wyjazd pociągów niezależny od pracy manewrowej na stacji. Długość użyteczna torów, pochylenia i szerokość międzytorzy mają wartości podobne do obowiązujących na grupie przyjazdowej. Podobne są również obliczenia. W uzasadnionych przypadkach długość użyteczna musi być zwiększona o długość drogi ochronnej, wymaganej ze względu na urządzenia srk.

Na stacjach o bardzo intensywnym ruchu tranzytowym grupę torów można projektować na specjalnych zasadach, tak aby wymiana grup wagonów lub wyłączanie wagonów uszkodzonych odbywało się sprawnie i bez kolizji z pozostałym ruchem. Zasadę technologii oraz konstrukcję grupy przedstawia rysunek 7.15 [46].



7.24. Schematy grup odjazdowych i tranzytowych [68]

Tory dla pociągów tranzytowych są połączone z torem odstawczym kilkoma zjazdami (połączenie rozjazdami dwóch sąsiednich torów), przy czym kierunek tych zjazdów zależy od tego czy manewr wykonuje lokomotywa pociągowa (jazda manewrowa od czoła), czy też lokomotywa manewrowa (jazda manewrowa od końca). Tory są podzielone zjazdami na kilka różnych modułów, przy czym, jeżeli manewry mają się odbywać bez zajęcia głowicy i toru wyciągowego, to tory pociągowe muszą być dłuższe od najdłuższego pociągu o cały moduł. W zależności od miejsca, w którym znajduje się grupa wagonów przewidziana do wymiany lub uszkodzony wagon — pociąg dzieli się w odpowiednim punkcie i poprzez najbliższy zjazd — wagon lub grupę wagonów — odstawia na tor odstawczy.

Jeżeli na tej samej zasadzie grupa wagonów ma być włączona do pociągu tranzytowego, to albo trzeba korzystać z toru wyciągowego i zajmować głowicę zwrotnicową, albo na każdy tor tranzytowy trzeba przewidywać 2 tory odstawcze, co jest rozwiązaniem drogim.

Innym rozwiązaniem dla sprawnej wymiany grup wagonów w pociągach tranzytowych jest przewidywanie 2–3 torów żeberkowych przy grupie tranzytowej, na które wstawia się grupy wagonów przygotowane do wymiany. Przykładowe rozwiązania układów stacji rozrządowych są przedstawione na rysunkach od 7.16 do 7.25.

7.5. Lokalizacja stacji rozrządowych w planie zagospodarowania przestrzennego i problemy ochrony środowiska

Lokalizacje stacji rozrządowych powinny spełniać zarówno wymogi technologii kolejowego procesu przewozowego, jak również ładu przestrzennego w regionie, a także stwarzać warunki możliwie łatwej i taniej budowy lub rozbudowy.

W celu zapewnienia racjonalnego przebiegu procesu przewozowego należy dążyć przede wszystkim do minimalizacji liczby czynności rozrządowych i sumy czasu pobytu

wagonów na stacjach rozrządowych. Osiąga się to dzięki koncentracji pracy manewrowej na mniejszej liczbie stacji rozrządowych, rzadziej rozmieszczonych na sieci kolejowej, ale za to większych i lepiej wyposażonych, zlokalizowanych w węzłach kolejowych, w których zbiegają się linie kolejowe magistralne i pierwszorzędowe.

Natomiast z punktu widzenia minimalizacji przebiegów potoków wagonów teoretycznie optymalne miejsce lokalizacji stacji rozrządowej w węźle przypada na centrum węzła i zazwyczaj aglomerację miejską w pobliżu centrum. Jest to oczywiście nie do przyjęcia ze względu na społeczną wartość terenów w takim rejonie. Z zasady lokalizuje się więc stacje rozrządowe na obrzeżu aglomeracji, co często wiąże się z tworzeniem wydzielonych dla ruchu towarowego linii obwodowych węzłów. Zmierza się do usytuowania stacji rozrządowej na drodze przepływu największych potoków wagonów oraz w pobliżu rejonów przemysłowych, wymagających obsługi ładunków przez transport kolejowy.

Jako negatywne należy uznać rozwiązanie z dwiema lub więcej stacjami rozrządowymi (*A* i *B*) w węźle. Powstają wówczas bowiem problemy organizacji ich współdziałania i z reguły nie udaje się przepuszczać bez rozrządzania przez stację *B* wszystkich wagonów, które były rozrządzane na stacji *A* (i odwrotnie), lecz część potoku wagonów musi być rozrządzana i na stacji *A*, i na stacji *B*. Powoduje to wydłużenie czasu pobytu wagonów i zwiększenie pracy manewrowej. Zalecić więc należy w takiej sytuacji ukształtowanie jednej stacji rozrządowej o wielkiej zdolności przetwórczej i ewentualnie współpracujących z nią rejonowych stacjach obsługi.

Obecnie panuje pogląd, oparty na analizie kosztów własnych, że stosunkowo mniejszym złem jest wydłużenie przebiegów wagonów rzędu kilku czy nawet kilkunastu kilometrów, niż rozproszenie pracy manewrowej na dwóch lub więcej stacjach o ograniczonych zdolnościach przetwórczych.

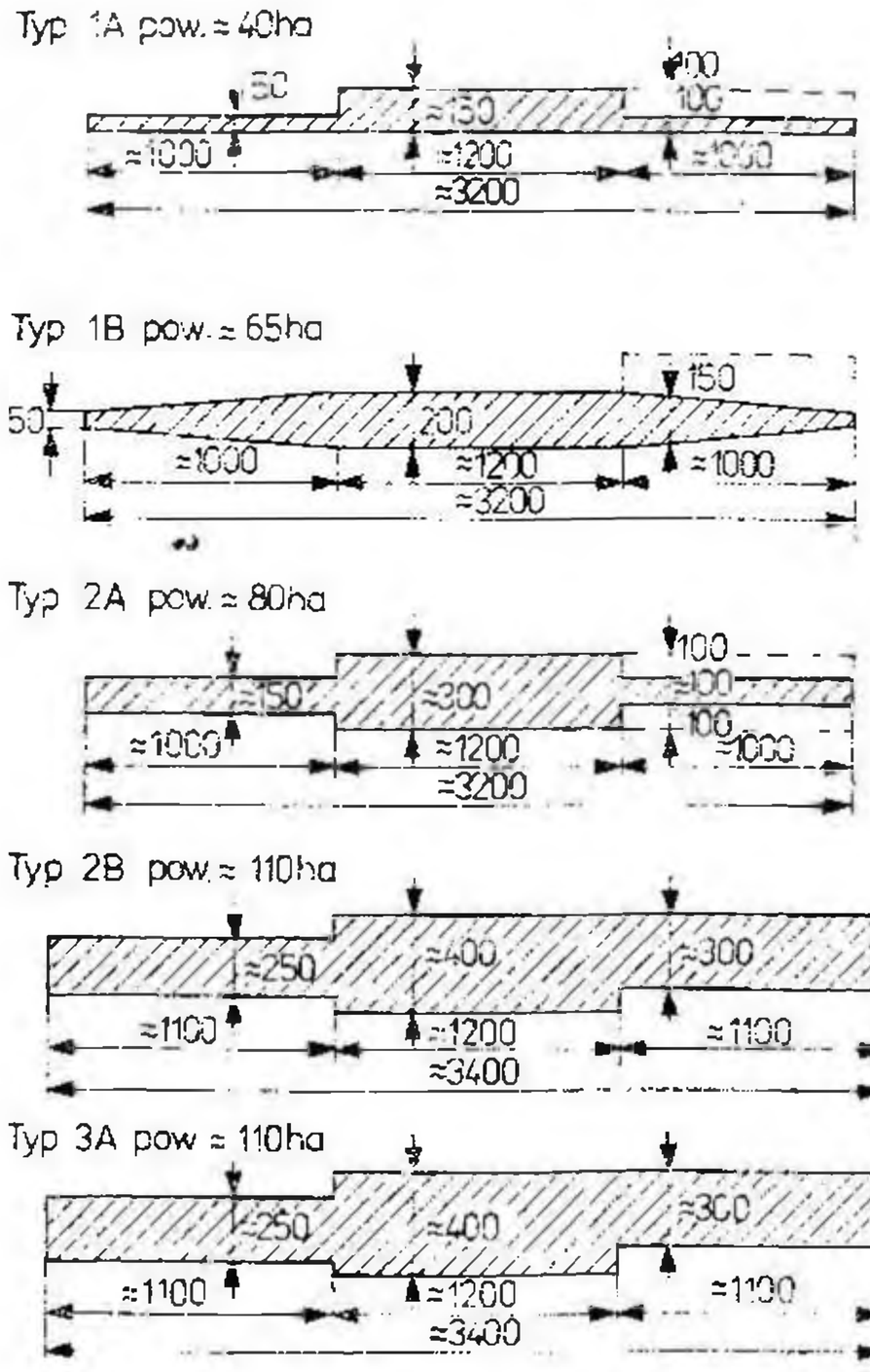
Z punktu widzenia planowania przestrzennego stacja rozrządowa powinna być zlokalizowana na terenach bezleśnych, o niskiej jakości gleb (V–VI kategorii), poza dzielnicami mieszkaniowymi i obszarami rekreacyjnymi. Dopuszcza się sąsiedztwo z dzielnicami przemysłowymi i żąda się minimalnego zajęcia powierzchni terenu oraz unikania kolizji z drogami i uzbrojeniem terenu. Dla zapewnienia możliwie łatwej budowy stacji rozrządowej jest pożądany teren prawie płaski. Rejon grupy przyjazdowej powinien być położony ok. 4 m wyżej, niż rejon grupy kierunkowej i odjazdowej. Niekorzystne są lokalizacje we wklęsłościach terenu ze względu na trudności odwodnienia i występujące często w takich miejscach słabe grunty budowlane.

Z reguły powstaje sytuacja, że oceny terenów są sprzeczne między sobą pod względem kryteriów technologicznych, środowiskowych i budowlanych. Z zasady należy więc przed podjęciem decyzji w sprawie lokalizacji przeprowadzić wariantowe studia koncepcyjno-projektowe wraz z szacunkiem nakładów inwestycyjnych, kosztów eksploatacyjnych i ekonomiczną analizą porównawczą, polegającą na wprowadzeniu syntetycznego wskaźnika ekonomicznej efektywności dla poszczególnych wariantów.

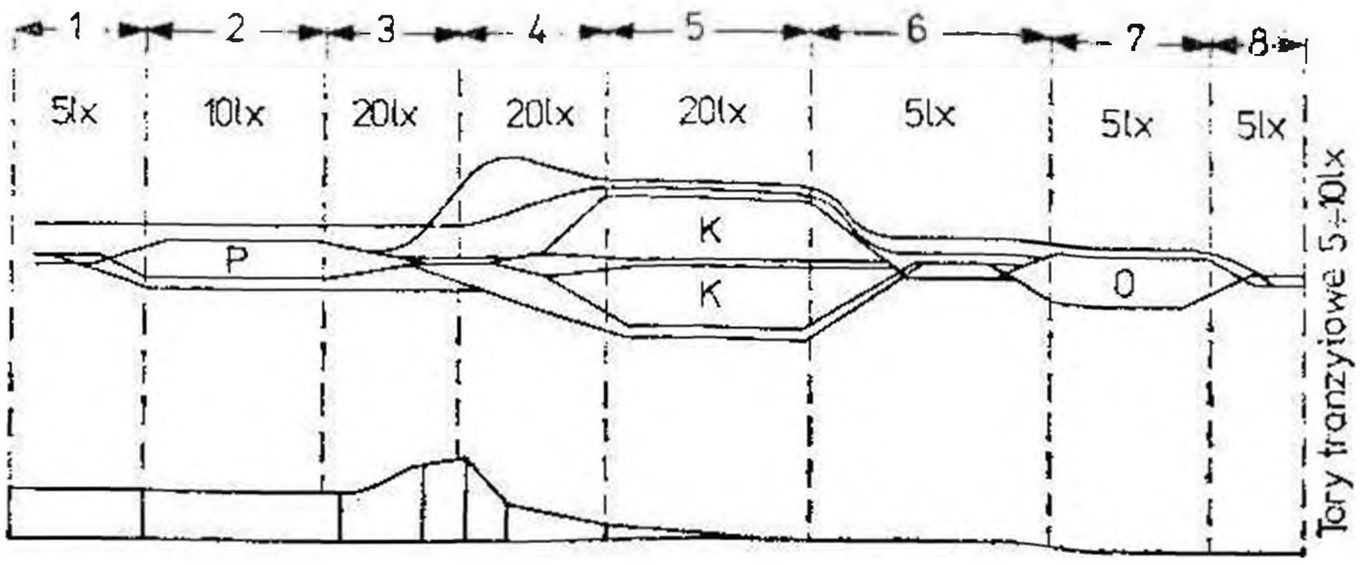
Jak wykazuje praktyka takich studiów, na etapie dyskusji nad lokalizacją można je ograniczyć do analiz technologicznych oraz rozwiązań koncepcyjno-projektowych branży podstawowej, tj. do układu torowego z uzupełnieniami w zakresie rozwiązań dróg kołowych, głównych obiektów inżynierskich oraz lokomotywowni, wagonowni

i podstawowego zaplecza technicznego służb kolejowych. Wskazane jest również problemowe rozważenie kierunków poboru wody i energii oraz odpływu ścieków i wód deszczowych. Natomiast zbędne jest na tym etapie rozważań lokalizacyjnych rozwiązywanie szczegółowych projektów branżowych, jak np. sterowania ruchem, sieci trakcyjnej, zasilanie i oświetlania, sieci wodnokanalizacyjnej, niewielkich budynków, łączności itp.

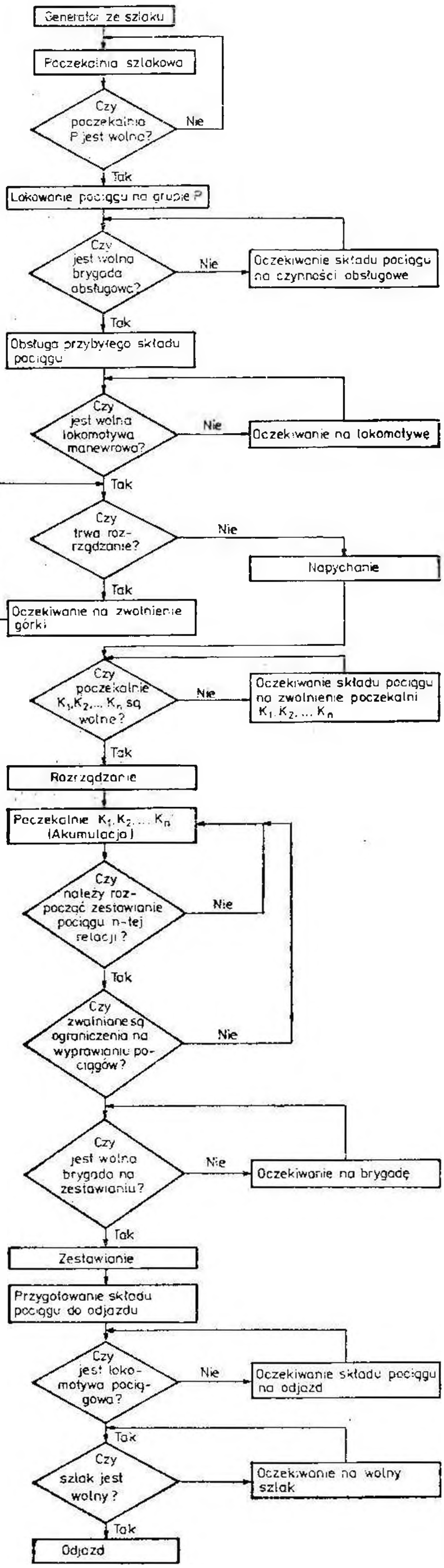
Nie wnikając tu w szczegółowe zagadnienia rozwiązań układu torów, trzeba stwierdzić ogólnie, że stacje rozrządowe (nawet w układach poprzecznych) wymagają terenów o kształcie wydłużonym: szerokości rzędu 100–500 m oraz długości rzędu 1500–5000 m.



7.26.
Orientacyjne powierzchnie terenów dla poszczególnych typów stacji rozrządowych [46]



7.27. Wymagania dotyczące oświetlenia stacji rozrządowej



7.28.

Algorytm pracy stacji rozrządowej w warunkach normalnych

150 Stosunek boków kształtuje się więc w granicach od 1 : 15 do 1 : 10, co jest zasadniczo różne od kształtów działek dla obiektów przemysłowych, gdzie stosunek boków mieści się w granicach od 1 : 1 do 1 : 3.

Zapotrzebowanie na teren dla stacji rozrządowej — zależnie od jej zdolności i typu układu, szacowane bez powierzchni zajmowanych przez rozploty podejść oraz towarzyszące stacje, jak np. ładunkowe, kontenerowe, a także przez duże lokomotywownie i wagonownie — waha się w granicach 40–200 ha (z wyjątkiem typu 2B — z pętlami, który osiąga 350–400 ha). Są to powierzchnie znaczne, a biorąc pod uwagę wydłużony kształt potrzebnego terenu, uzyskanie ich w warunkach polskich jest trudne (rys. 7.26) [46].

Z punktu widzenia ochrony środowiska stacje rozrządowe nie są obiektami szczególnie uciążliwymi dla otoczenia w porównaniu z obiektami wielu gałęzi przemysłu.

Wyziewy spalin do atmosfery pracujących lokomotyw manewrowych są w porównaniu z obszarem stacji znikome i o wiele mniejsze, niż np. dla dróg samochodowych. Ścieki wymagające oczyszczenia występują tylko w przypadku lokalizacji dużych lokomotywowni oraz wagonowni i to w niewielkich ilościach. Jedyną bardziej znaczącą uciążliwością jest hałas (sygnały lokomotyw, zapowiedzi megafonowe, zgrzyta hamulców torowych i szczęk zderzaków). W miarę automatyzacji i coraz szerszego wdrażania radiołączności zakłócenia akustyczne będą malały. Tym niemniej należy zalecić jako sferę ochronną odległość zabudowy mieszkaniowej rzędu 300 m od granic terenu stacji. Rozchodzenie się hałasu w pewnym stopniu mogą ograniczyć pasy zieleni wysokiej (pasma drzew np. topoli) i niskiej, wysadzanej wzdłuż granicy stacji. Wymagania dotyczące oświetlenia stacji rozrządowej przedstawia rysunek 7.27, zaś algorytm pracy stacji rozrządowej w warunkach normalnych — rysunek 7.28.

8

Zdolność przepustowa stacji kolejowych

8.1. Pojęcia podstawowe i wiadomości wstępne

1. Do prawidłowej oceny zdolności przepustowej linii kolejowej konieczne jest określenie zdolności przepustowych elementów niektórych stacji i posterunków odgałęźnych leżących na tych liniach. Do tych elementów należą grupy i węzły torowe.
2. Przy wykonywaniu obliczeń zdolności przepustowej grup i węzłów torowych stacji rozrządowych dla potrzeb procesu technologicznego pracy stacji można korzystać z „Instrukcji o opracowywaniu procesów technologicznych pracy stacji i bocznic R-60".
3. Węzeł torowy jest to układ torów i rozjazdów umożliwiający przecinanie, łączenie i rozłączanie się dróg przebiegu. Przykładem węzła torowego może być głowica stacyjnej grupy torów.
4. Zdolność przepustowa określonego elementu stacji (grupy torowej, węzła torowego) jest to największa liczba pociągów zasadniczych, które mogą być przepuszczone przez ten element w przyjętej jednostce czasu (dobie lub godzinie) w każdym kierunku.
5. Zdolność przepustową grup i węzłów oblicza się sposobem analitycznym, przyjmując współczynnik płynności ruchu $\varphi = 0{,}3$.
6. Podstawą do określenia zdolności przepustowej elementów stacji są:
   — regulamin techniczny z załącznikami: planem schematycznym stacji, planem schematycznym urządzeń srk, tablicami zależności,
   — wykres ruchu pociągów,
   — badania chronometrażowe czasu zajęcia torów i węzłów torowych przez pociągi.
7. Czas trwania poszczególnych operacji ruchowych należy określać za pomocą chronometrażu lub obliczeń według wzorów analitycznych. Obliczenia należy wykonywać przy projektowaniu obiektów kolejowych oraz w przypadkach, w których wystąpi pilna potrzeba uzyskania tego czasu.

8.2. Zdolność przepustowa grup torowych

1. Zdolność przepustową grup torowych: przyjazdowej, odjazdowej, tranzytowej oblicza się oddzielnie dla każdej grupy torów według wzoru:

$$N_G = (1-\varphi)\,\frac{1440\ \mathrm{m} - T_{st}}{t_{zs}} \qquad \text{[poc/dobę]} \qquad (8.1)$$

gdzie:

φ — współczynnik płynności ruchu,

m — liczba torów w grupie (bez torów głównych zasadniczych),

t_{zs} — średni czas zajęcia toru przez jeden pociąg (uwzględniając manewry odnoszące się do tego pociągu) [min],

T_{st} — czas zajęcia torów czynnościami stałymi niezależnymi od natężenia ruchu pociągów zasadniczych np. odstawianie składów pociągów podmiejskich, zestawianie pociągu zbiorowego [min].

2. Zdolność przepustową obliczoną wg wzoru (8.1) nie zawsze można wykorzystać na grupach torowych, na których wystąpi zjawisko spiętrzeń pociągów, wywołane niedostępnością grupy w pewnych okresach doby. Współczynnik spiętrzeń, wynikający z niedostępności grupy, jest omówiony w rozdziale dotyczącym zastępczego obciążenia grup torowych.

3. Średni czas zajęcia toru przez jeden pociąg t_{zs} oblicza się wg wzoru:

$$t_{zs} = \frac{n_1 t_{z1} + n_2 t_{z2} + \ldots + n_k t_{zk}}{n_1 + n_2 + \ldots + n_k} \quad \text{[min]} \tag{8.2}$$

gdzie:

$n_1, n_2, \ldots, n_k$ — liczba pociągów na dobę (rzeczywistych lub planowanych) zajmujących tory badanej grupy odpowiednio przez czas $t_{z1}, t_{z2}, + \ldots t_{zk}$,

$t_{z1}, t_{z2}, \ldots, t_{zk}$ — czas zajęcia torów przez rozpatrywane pociągi (z uwzględnieniem czasu odnoszących się do nich manewrów) [min]

Przykład:

Jeżeli tory badanej grupy są obciążone przez:

15 pociągów, z których każdy zajmuje tor przez 30 min,

12 pociągów, z których każdy zajmuje tor przez 34 min,

17 pociągów, z których każdy zajmuje tor przez 37 min,

1 pociąg, który zajmuje tor przez 39 min, to należy przyjmować:

$n_1 = 15$, $t_{z1} = 30$ min,

$n_2 = 12$, $t_{z2} = 34$ min,

$n_3 = 17$, $t_{z3} = 37$ min,

$n_4 = 1$, $t_{z4} = 49$ min.

4. Czas zajęcia torów przez pociągi oblicza się oddzielnie dla grup torowych tranzytowych, przyjazdowych i odjazdowych. Czas zajęcia torów dla grup mieszanych (przyjazdowo-odjazdowych, odjazdowo-tranzytowych itp.), gdy nie ma ścisłej specjalizacji torów, należy obliczać:

— dla pociągów kończących jazdę wg podanych zasad dla grupy przyjazdowej,

— dla pociągów tranzytowych wg zasad podanych dla grupy tranzytowej,

— dla pociągów rozpoczynających jazdę wg zasad podanych dla grupy odjazdowej,

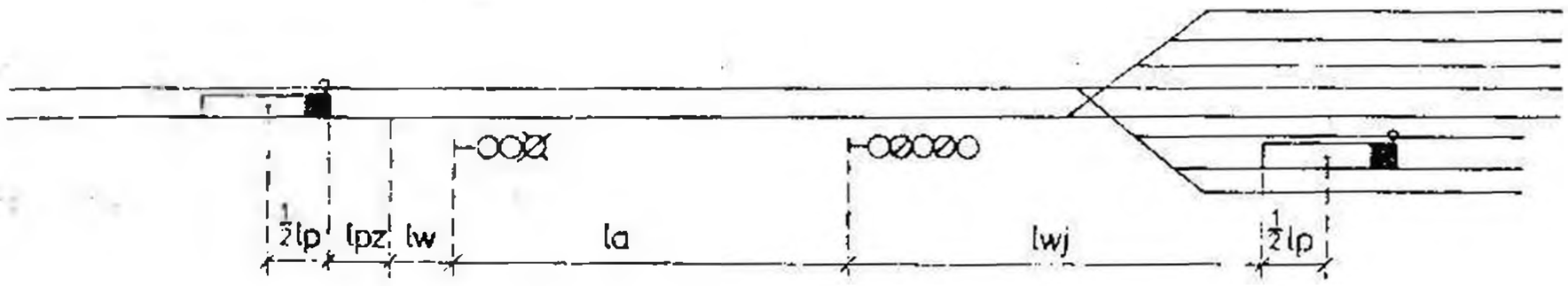
5. Czas zajęcia toru grupy przyjazdowej przez pociąg kończący jazdę na stacji oblicza się według wzoru:

$$t_z = t_{pp} + t_{pt} \quad \text{[min]} \tag{8.3}$$

gdzie:

t_{pp} — średni czas zajęcia drogi wjazdowej przebiegu [min],

t_{pt} — średni czas postoju składu na torze przyjazdowym (wraz z czasem napychania na górkę i czasem trwania innych manewrów dotyczących tego pociągu) [min].



8.1. Schemat do obliczania czasu zajęcia wjazdowej drogi przebiegu [90]

Czas zajęcia drogi wjazdowej przebiegu oblicza się zgodnie z rysunkiem 8.1 [90] według wzoru (8.4).

$$t_{pp} = t_w + t_{oa} + t_{wj} + t_p + t_{pzu} \qquad \text{[min]} \qquad (8.4)$$

gdzie

t_w — czas spostrzegania sygnału przez maszynistę, należy przyjmować $t_w = 0{,}2$ min,

t_{oa} — czas jazdy na drodze od tarczy ostrzegawczej (ostatniego semafora odstępowego blokady samoczynnej) do semafora wjazdowego [min],

t_{wj} — czas jazdy na drodze od semafora wjazdowego do przebiegowego miejsca końca pociągu [min],

t_p — czas jazdy na drodze równej długości pociągu [min],

t_{pzu} — czas ułożenia drogi przebiegu [min], określony na podstawie tablicy 8–1.

Czas rozwiązywania drogi przebiegu Tablica 8–1

Wariant	Urządzenia ($t_{pzu}+t_{pzr}=t_{pz}$)			
	kluczowe	scentralizowane		przekaźnikowe
		mechaniczne	elektromechaniczne	
I	w zależności od liczby zwrotnic (0,5 min/zwr.) i ich odległości od nastawni	1,2+0,4 = 1,6	0,7+0,2 = 0,9	0,4+0,1 = 0,5
2		1,5+0,4 = 1,9	1,0+0,2 = 1,2	0,3+0,1 = 0,4
3		1,8+0,5 = 2,3	1,3+0,3 = 1,6	0,4+0,1 = 0,5
4		--	--	0,2+0,1 = 0,3

6. Czas zajęcia toru grupy odjazdowej przez pociąg rozpoczynający jazdę na stacji oblicza się według wzoru:

$$t_z = t_f + t_{pt} + t_{zw} \qquad \text{[min]} \qquad (8.5)$$

gdzie:

t_f — średni czas od chwili rozpoczęcia do chwili zakończenia zestawiania pociągu według procesu technologicznego [min], jeżeli pociąg nie jest zestawiany na torach odjazdowych, to czas t_f jest średnim czasem przestawiania składu na tor odjazdowy),

t_{pt} — średni czas postoju składu na torze odjazdowym (wraz z czasem zajęcia toru manewrami odnoszącymi się do tego pociągu [min],

t_{zw} — czas zajęcia drogi wyjazdowej przebiegu [min].

Czas zajęcia drogi wyjazdowej przebiegu oblicza się według wzoru:

$$t_{zw} = t_d + t_{jo} + t_p + t_{pzr} \qquad \text{[min]} \tag{8.6}$$

gdzie:

t_d — odstęp czasu między podaniem sygnału zezwalającego na semaforze wyjazdowym, a odjazdem pociągu, należy przyjmować:

— dla trakcji parowej . . . . . — t_d = 1,0 min,

— dla trakcji spalinowej i elektrycznej . . . — t_d = 0,5 min,

t_{jo} — średni czas jazdy pociągu na drodze od semafora wyjazdowego do przebiegowego końca pociągu [min],

t_p — czas jazdy na drodze równej długości pociągu [min],

t_{pzr} — czas rozwiązania drogi przebiegu [min] — określany na podstawie tablicy 8–1 [90].

7. Czas zajęcia toru grupy tranzytowej przez pociąg oblicza się według wzoru:

$$t_z = t_{pp} + t_{pt} + t_{zw} \qquad \text{[min]} \tag{8.7}$$

t_{pp} — czas zajęcia drogi wjazdowej przebiegu [min] (obliczany wg wzoru 8.4),

t_{pt} — średni czas postoju składu na torze grupy tranzytowej (wraz z czasem zajęcia toru manewrami odnoszącymi się do tego pociągu),

t_{zw} — czas zajęcia wyjazdowej drogi przebiegu [min] (obliczany wg wzoru (8.6)).

Czas rozwiązania drogi przebiegu pociągu, który wjechał i przygotowania drogi przebiegu dla następnego pociągu oznacza się t_{pz} (tabl. 8–1) [90].

Oblicza się go ze wzoru

$$t_{pz} = t_{pzu} + t_{pzr} \qquad \text{[min]}$$

gdzie:

t_{pzu} — czas ułożenia drogi przebiegu [min]

t_{pzr} — czas rozwiązania drogi przebiegu [min]

Opis wariantów:

1 — dyżurny ruchu na nastawni dysponującej żąda zgody od nastawni wykonawczej i po jej uzyskaniu obsługuje semafor,

2 — nastawniczy na nastawni wykonawczej na podstawie nakazu dyżurnego ruchu obsługuje semafor,

3 — nastawniczy na nastawni wykonawczej na podstawie nakazu dyżurnego ruchu i po uzyskaniu zgody od drugiej nastawni wykonawczej obsługuje semafor,

4 — dyżurny ruchu sam obsługuje wszystkie zwrotnice i semafory.

8.3. Zdolność przepustowa węzłów torowych

1. Przy obliczaniu zdolności przepustowej węzłów torowych przyjmuje się, że czynnikiem decydującym o wydajności węzła jest najbardziej obciążony element, tzn. grupa rozjazdów lub jeden rozjazd najczęściej i najdłużej wchodzące w skład dróg przebiegu

jako czynne lub ochronne. Element ten ustala się na podstawie schematu układu torowego stacji, dobowego obciążenia węzła torowego i tablicy zależności.

2. Zdolność przepustową węzłów torowych oblicza się według wzoru:

$$N_w(1-\varphi)\,\frac{d\cdot 1440 - T_w}{t_{ws}} \qquad \text{[poc/dobę]} \qquad (8.8)$$

gdzie:

φ — współczynnik płynności ruchu,

T_w — czas zajęcia w ciągu doby najbardziej obciążonego elementu węzła torowego czynnościami stałymi, niezależnymi od przejazdu pociągów zasadniczych, do czasu T_w należy zaliczyć również czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez manewry nie związane z przejazdem pociągów zasadniczych,

d — współczynnik sprzecznych przebiegów,

t_{ws} — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła torowego przez jeden pociąg [min] (wraz z czasem zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez manewry odnoszące się do tego pociągu).

3. Średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła torowego przez jeden pociąg oblicza się według wzoru:

$$t_{ws} = \frac{n_1 \cdot t_{w1} + n_2 \cdot t_{w2} + \dots n_k \cdot t_{wk}}{n_1 + n_2 + \dots n_k} \qquad \text{[min]} \qquad (8.9)$$

gdzie:

$n_1, n_2, \dots, n_k$ — liczby pociągów na dobę (rzeczywistych lub planowanych) zajmujących najbardziej obciążony element węzła torowego odpowiednio przez czas $t_{w1}, t_{w2}, \dots, t_{wk}$,

$t_{w1}, t_{w2}, \dots, t_{wk}$ — czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła torowego przez rozpatrywane pociągi i odnoszące się do nich manewry [min].

Przykład:

Jeżeli najbardziej obciążony element węzła jest zajęty przez: 20 pociągów, z których każdy zajmuje najbardziej obciążony element węzła torowego przez 5 min, 30 pociągów, z których każdy zajmuje najbardziej obciążony element węzła torowego przez 7 min, 2 pociągi, z których każdy zajmuje obciążony element węzła torowego przez 8 min, to należy przyjmować:

$n_1 = 20,\ t_{w1} = 5$ min,
$n_2 = 30,\ t_{w2} = 7$ min,
$n_3 = 2,\ t_{w3} = 8$ min.

Tablica pomocnicza służąca do obliczeń współczynnika d_1 Tablica 8–2

d_1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d	1,0	0,95	0,93	0,92	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84
d_1	11	13	13	14	15	16					
d	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78					

4. Współczynnik sprzecznych przebiegów d dobiera się z tablicy 8–2 [90] w zależności od wartości współczynnika d_1 obliczonego ze wzoru:

$$d_1 = \frac{M_o - M_1}{E_o - 1} \tag{8.10}$$

gdzie:

M_o — liczba możliwych dróg przebiegu w danym węźle torowym według tablicy zależności,

M_1 — liczba możliwych dróg przebiegu zajmujących najbardziej obciążony element węzła torowego według tablicy zależności,

E_o — największa liczba dróg przebiegu, które w danym węźle mogą być równocześnie ułożone (według tablicy zależności), jeżeli przez węzeł można w danym momencie realizować wyłącznie jeden przebieg należy przyjmować $d_1 = 0$.

5. Czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła oblicza się, jak czas zajęcia wjazdowej drogi przebiegu podany w minutach (z dodaniem czasu na rozwiązanie drogi przebiegu) i wyjazdowej (z dodaniem czasu na ułożenie drogi przebiegu) — rozdz. 8.2., pkt. 4,5.
6. Zdolność przepustową węzłów wewnętrznych oblicza się według zasad podanych w niniejszym rozdziale. Czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła wewnętrznego ustala się od chwili ruszenia pociągu do chwili zwolnienia ostatniego rozjazdu, po którym odbywa się jazda z uwzględnieniem czasu na przygotowanie drogi przebiegu.

8.4. Zastępcze obciążenie i współczynnik wykorzystania grup torowych

1. Zastępcze obciążenie grup torowych oblicza się sposobem analitycznym, porównujący je ze zdolnością przepustową tych grup.
2. Zastępcze obciążenie grup torowych należy wyrażać w pociągach zasadniczych w jednostce czasu.
3. Zastępcze obciążenie grup torowych oblicza się według wzorów:

— gdy pociągami zasadniczymi są pociągi towarowe:

$$W_G = m_{tg} \cdot n_t + E_{pg} \cdot n_p + E_{zbg} \cdot n_{zb} \qquad \text{[poc/dobę]} \tag{8.11}$$

— gdy pociągami zasadniczymi są pociągi pasażerskie:

$$W_G = m_{pg} \cdot n_p + E_{tg} \cdot n_t + E_{zbg} \cdot n_{zb} \tag{8.12}$$

gdzie:

n_t — liczba pociągów towarowych na dobę obciążających daną grupę torową,

n_p — liczba pociągów towarowych na dobę obciążających daną grupę torową,

n_{zb} — liczba pociągów towarowych zbiorowych na dobę obciążających daną grupę torową,

E_{pg} — współczynnik zamiany tras pociągów pasażerskich,

E_{tg} — współczynnik zamiany tras pociągów towarowych,

E_{zbg} — współczynnik zamiany tras pociągów towarowych zbiorowych.
m_{tg} — współczynnik spiętrzeń pociągów towarowych,
m_{pg} — współczynnik spiętrzeń pociągów pasażerskich.

4. Wartość współczynnika spiętrzeń pociągów zasadniczych m_{tg}, m_{pg} należy ustalać według następujących zasad:
   — dla grup torowych towarowych, na których występuje zjawisko niedostępności tej grupy przez pewien okres doby, współczynnik m_{tg} należy określać jako stosunek obciążenia grupy torowej pociągami zasadniczymi (wjeżdżającymi, wyjeżdżającymi) w godzinie szczytowej do średniego obciążenia tymi pociągami,
   — dla pozostałych grup torowych współczynnik m_{tg} należy przyjmować z przedziału 1,1–1,4,
   — dla grup pasażerskich współczynnik m_{pg} należy przyjmować z przedziału 1,5–2,5.
5. Wszystkie współczynniki zamiany tras oblicza się według wzoru:

$$E = \frac{t_{zb}}{t_{za}} + 0{,}2 \tag{8.13}$$

gdzie:
t_{zb} — średni czas zajęcia toru przez pociąg niezasadniczy kategorii, dla której oblicza się współczynnik zamiany tras [min],
t_{za} — średni czas zajęcia toru przez pociąg zasadniczy [min].

6. Średni czas zajęcia torów należy obliczać wg zasad podanych w rozdziale 8.2 (punkt 5).
7. Procent wykorzystania zdolności przepustowej grup torowych oblicza się według wzoru:

$$S = \frac{W_G}{N_G} 100\% \tag{8.14}$$

gdzie:
W_G — zastępcze obciążenie grupy torowej,
N_G — zdolność przepustowa grupy torowej.

8.5. Zastępcze obciążenie i współczynnik wykorzystania węzłów torowych

1. Zastępcze obciążenie węzłów torowych oblicza się sposobem analitycznym w celu porównania ze zdolnością przepustową tych węzłów.
2. Zastępcze obciążenie węzłów torowych należy wyrażać w liczbie pociągów zasadniczych w jednostce czasu.
3. Zastępcze obciążenie węzłów torowych oblicza się według wzorów:
   — gdy pociągami zasadniczymi są pociągi towarowe

$$W_w = m_{tw} \cdot n_t + E_{pw} \cdot n_p + E_{zbw} \cdot n_{zb} \tag{8.15}$$

   — gdy pociągami zasadniczymi są pociągi pasażerskie

$$W_w = n_{pw} \cdot n_p + E_{tw} \cdot n_t + E_{zbw} \cdot n_{zb} \tag{8.16}$$

gdzie:

n_t — liczba pociągów towarowych na dobę, obciążających krytyczny (najbardziej obciążony) element węzła torowego,

n_p — liczba pociągów pasażerskich na dobę, obciążających krytyczny (najbardziej obciążony) element węzła torowego,

n_{zb} — liczba pociągów towarowych zbiorowych na dobę, obciążających krytyczny (najbardziej obciążony) element węzła torowego,

E_{pw} — współczynnik zamiany tras pociągów pasażerskich,

E_{zbw} — współczynnik zamiany tras pociągów zbiorowych, towarowych,

E_{tw} — współczynnik zamiany tras pociągów towarowych,

m_{tw} — współczynnik spiętrzeń pociągów towarowych, należy przyjmować $m_{tw} = 1{,}1–1{,}4$,

m_{pw} — współczynnik spiętrzeń pociągów pasażerskich, należy przyjmować $m_{pw} = 1{,}5–2{,}5$.

4. Wszystkie współczynniki zamiany tras należy obliczać według wzoru:

$$E = \frac{t_{wb}}{t_{wa}} + 0{,}2 \tag{8.17}$$

gdzie:

t_{wb} — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła torowego przez pociąg niezasadniczy kategorii, dla której oblicza się współczynnik zamiany tras [min],

t_{wa} — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła torowego przez pociąg zasadniczy [min].

5. Średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła torowego należy obliczać według zasad podanych w rozdziale 8.2 (punkt 5).

6. Procent wykorzystania zdolności przepustowej węzła torowego oblicza się według wzoru:

$$S = \frac{W_w}{\mathcal{N}_w} 100\% \tag{8.18}$$

gdzie:

W_w — zastępcze obciążenie węzła torowego,

$\mathcal{N}_w$ — zdolność przepustowa węzła torowego.

8.6. Zdolność przepustowa lokomotywowni

1. Zdolność przepustową lokomotywowni dla ruchu tranzytowego określa się na podstawie zdolności przepustowej urządzeń służących do wyposażenia lokomotyw. W zależności od typu lokomotywowni urządzeniami, dla których należy obliczać zdolność przepustową są:

— dla lokomotywowni trakcji parowej:

kanały oczystkowe — urządzenia do zaopatrywania w paliwo (nawęglania), w piasek, urządzenia do obracania parowozów,

— dla lokomotywowni trakcji spalinowej:
urządzenia do zaopatrywania w paliwo, w piasek, urządzenia do obracania lokomotyw (jeżeli obsługiwane są lokomotywy z jedną kabiną maszynisty),
— dla lokomotywowni trakcji elektrycznej:
urządzenia do zaopatrywania w piasek.

2. Zdolność przepustowa jednakowych urządzeń dla różnych typów lokomotywowni obliczana jest w ten sam sposób.
3. Zdolność przepustową kanałów oczystkowych (tylko dla lokomotywowni trakcji parowej) oblicza się według wzorów:

— jeżeli na wszystkich kanałach jest taka sama liczba stanowisk do jednoczesnego oczyszczania

$$N_o = (1-\varphi)\,\frac{1440 \cdot p_k \cdot m}{t_o} \qquad \text{[parowozów/dobę]} \qquad (8.19)$$

— jeżeli na poszczególnych kanałach są różne liczby stanowisk do jednoczesnego oczyszczania

$$N_o = (1-\varphi)\;1440\;\frac{p_{k1} \cdot m_1 + p_{k2} \cdot m_2 + \ldots + p_{kn} \cdot m_n}{t_o} \qquad (8.20)$$

gdzie:

φ — współczynnik płynności ruchu,

t_o — średni czas oczyszczania grupy parowozów obsługiwanych jednocześnie na jednym kanale z uwzględnieniem czasu dojazdu parowozu od miejsca poprzedniej obsługi do kanału oczystkowego [min],

p_k — liczba kanałów oczystkowych,

m — liczba stanowisk do oczyszczania na jednym kanale,

$p_{k1}, p_{k2}, \ldots, p_{kn}$ — liczby kanałów oczystkowych o jednakowej liczbie stanowisk do jednoczesnego oczyszczania,

$m_1, m_2, \ldots, m_n$ — liczba stanowisk do oczyszczania na poszczególnych kanałach.

Przykład:

Jeżeli w lokomotywowni są 2 kanały z 3 stanowiskami do jednoczesnego oczyszczania na każdym kanale i 4 kanały z 3 stanowiskami do jednoczesnego oczyszczania na każdym kanale, to należy przyjmować:

$$p_{k1} = 2,\ m_1 = 3,$$
$$p_{k2} = 4,\ m_2 = 2.$$

4. Zdolność przepustową urządzeń do zaopatrywania w paliwo (dla lokomotywowni trakcji parowej i spalinowej) oblicza się według wzoru:

$$N_{zp} = (1-\varphi)\;1440\;\frac{p_{zp}}{t_{zp}} \qquad \text{[lokomotyw/dobę]} \qquad (8.21)$$

gdzie:

φ — współczynnik płynności ruchu,

p_{zp} — liczba punktów do zaopatrywania w paliwo,

t_{zp} — średni czas zajęcia przez jedną lokomotywę punktu zaopatrywania w paliwo [min].

5. Zdolność przepustową urządzeń i obracania lokomotyw oblicza się według wzoru:

$$N_{ob} = (1-\varphi)\ 1440 \frac{p_{ob}}{t_{ob}} \quad \text{[lokomotyw/dobę]} \tag{8.22}$$

gdzie:

φ — współczynnik płynności ruchu,

p_{ob} — liczba urządzeń do obracania lokomotyw (obrotnic),

t_{ob} — średni czas potrzebny na obrócenie jednej lokomotywy łącznie z czasem na dojazd z poprzedniego punktu obsługi [min].

6. Zdolność przepustową urządzeń do wyposażenia w piasek (dla lokomotywowni wszystkich trakcji) oblicza się według wzoru:

$$N_p = (1-\varphi) \frac{1440 \cdot p_p}{t_p} \quad \text{[lokomotyw/dobę]} \tag{8.23}$$

gdzie:

φ — współczynnik płynności ruchu,

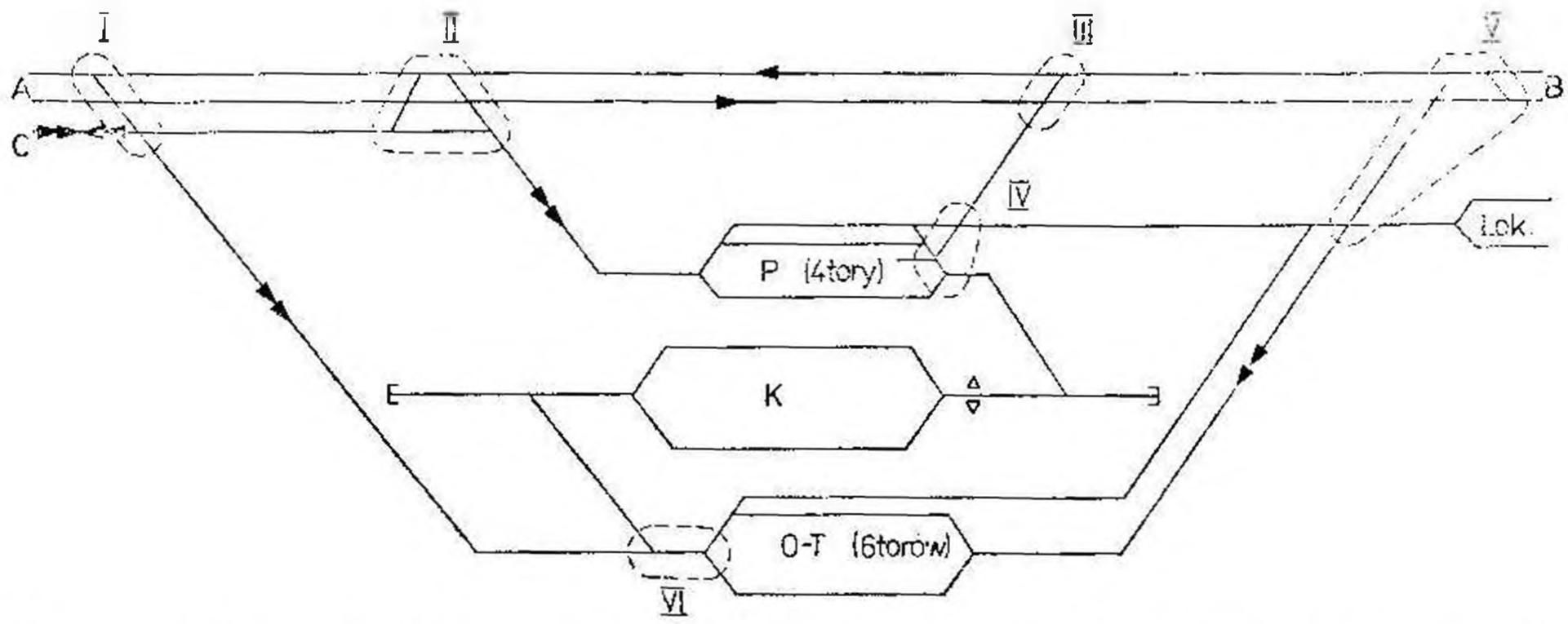
p_p — liczba punktów do zaopatrywania w piasek,

t_p — średni czas zaopatrywania w piasek jednej lokomotywy łącznie z czasem na dojazd lokomotywy z poprzedniego miejsca obsługi.

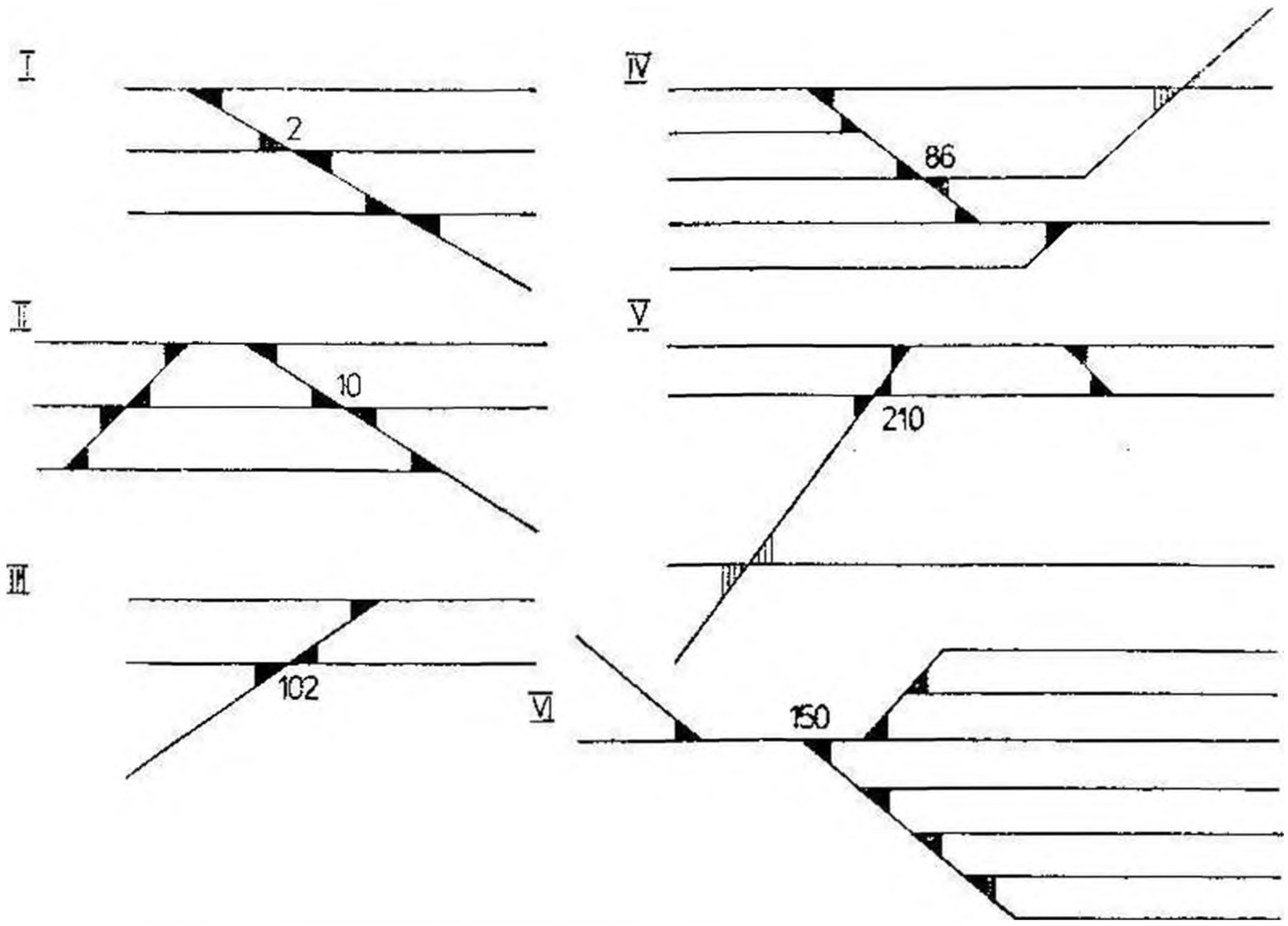
7. Zdolność przepustową lokomotywowni określa się przez porównanie obliczonych zdolności przepustowych poszczególnych urządzeń. Najmniejsza z tych zdolności jest zdolnością przepustową lokomotywowni.

8.7. Przykład obliczania zdolności przepustowej i zastępczego obciążenia stacji

Stacja *D* jest stacją węzłową. Schemat układu torowego (wraz z zaznaczeniem podstawowych węzłów torowych) przedstawiony jest na rysunku 8.2 [90]. Szczegółowe schematy węzłów torowych są przedstawione na rysunku 8.3 [90].



8.2. Schemat układu torowego stacji *D* z zaznaczonymi podstawowymi węzłami torowymi [90]



8.3. Schematy węzłów torowych zaznaczonych na rysunku 8.2 [90]

Wyniki chronometrażu oraz normy procesu technologicznego zebrano w tablicach 8–3 ÷ 8–7 [90]. Obliczenia przeprowadzono zgodnie z rozdziałami 8.2 ÷ 8.5.

Zdolność przepustowa grupy przyjazdowej

a — średni czas zajęcia toru

$$t_{zs} = \frac{n_1 \cdot t_{z1} + n_2 \cdot t_{z2} + n_3 \cdot t_{z3}}{n_1 + n_2 + n_3} = \frac{10 \cdot 46 + 10 \cdot 45 + 5 \cdot 37}{10 + 10 + 5} = 43{,}8 \text{ [min]}$$

b — zdolność przepustowa grupy przyjazdowej

$$\varphi = 0{,}3\,, \quad m = 4\,, \quad T_{st} = 0\,, \quad t_{zs} = 43{,}6 \text{ min}$$

$$N_g = (1-\varphi)\,\frac{1440 \cdot m - T_{st}}{t_{zs}} = (1-0{,}3)\,\frac{1440 \cdot 4}{43{,}6} = 92 \text{ poc/dobę}$$

Średnie czasy zajęcia torów i dróg przebiegu oraz liczba pociągów towarowych kończących i rozpoczynających jazdę na stacji D Tablica **8–3**

Relacja	Liczba pociągów	Czas zajęcia drogi przebiegów		Czas postoju składu na torze przyjazdowym	Czas przestawiania składu na tor odjazdowy	Czas postoju składu na torze odjazdowym	Czas zajęcia toru	
		wjazd	wyjazd				przyjazd	odjazd
A—D	10	6,0	X	40,0	X	X	46,0	X
B—D	10	5,0	X	40,0	X	X	45,0	X
C—D	5	7,0	X	30,0	X	X	37,0	X
D—A	10	X	5,0	X	5,0	30,0	X	40,0
D—B	10	X	4,0	X	5,0	30,0	X	39,0
B—C	5	X	6,0	X	4,0	20,0	X	30,0

162 Zdolność przepustowa grupy odjazdowo-tranzytowej (*O-T*)

a — średni czas zajęcia toru

$$t_{zs} = \frac{10\cdot 40+10\cdot 39+5\cdot 30+20\cdot 30+15\cdot 50+20\cdot 30+5\cdot 31+15\cdot 52+5\cdot 31}{10+10+5+20+15+20+5+15+5} =$$

$$= 37{,}9 \text{ min}$$

b — zdolność przepustowa grupy odjazdowo-tranzytowej

$$\varphi = 0{,}3\,, \quad m = 6\,, \quad T_{st} = 0\,, \quad t_{zs} = 37{,}9 \text{ min}$$

$$N_g = (1-\varphi)\frac{1440\cdot m - T_{st}}{t_{zs}} = (1-0{,}3)\frac{1440\cdot 6}{37{,}9} = 169 \text{ poc/dobę}$$

Średnie czasy zajęcia torów i dróg przebiegu oraz liczba pociągów zbiorowych Tablica 8–4

Relacja	Liczba pociągów	Czas zajęcia drogi przebiegów		Czas postoju składu na torze przyjazdowym	Czas przestawiania składu na tor odjazdowy	Czas postoju składu na torze odjazdowym	Czas zajęcia toru	
		wjazd	wyjazd				przyjazd	odjazd
A—D	2	6,0	X	50,0	X	X	56,0	X
B—D	2	5,0	X	50,0	X	X	55,0	X
C—D	1	7,0	X	40,0	X	X	47,0	X
D—A	2	X	5,0	X	5,0	30,0	X	40,0
D—B	2	X	4,0	X	5,0	30,0	X	39,0
D—C	1	X	6,0	X	4,0	20,0	X	30,0

Średnie czasy zajęcia torów i dróg przebiegu oraz liczba pociągów towarowych tranzytowych Tablica 8–5

Relacja	Liczba pociągów	Czas zajęcia wjazdowej drogi przebiegu	Czas postoju na torze tranzytowym	Czas zajęcia wyjazdowej drogi przebiegu	Czas zajęcia toru tranzytowego	Uwagi
A—B	20	6,0	20,0	4,0	30,0	
A—C	15	6,0	40,0	6,0	50,0	zmiana kierunku jazdy
B—A	20	5,0	20,0	5,0	30,0	
B—C	5	5,0	20,0	6,0	31,0	
C—A	15	7,0	40,0	5,0	52,0	zmiana kierunku jazdy
C—B	5	7,0	20,0	4,0	31,0	

Średnie czasy zajęcia węzłów przez pociągi Tablica 8-6

Węzeł	Relacja																			
	Pociągi towarowe												Pociągi zbiorowe						Pociągi pasażerskie	
	A—D	B—D	C—D	D—A	D—B	D—C	A—B	A—C	B—A	B—C	C—A	C—B	A—D	B—D	C—D	B—A	D—B	D—C	A—B	B—A
I	(4,0)	—	5,0	(4,0)	—	5,0	(5,0)	(5)+5	(5,0)	5,0	5+(5)	(4,0)	4,0	—	5,0	(4,0)	—	5,0	(3,0)	3,0
II	(3,0)	—	3,0	—	—	—	—		—	—	—	—	(3,0)	—	3,0		—	—	2,5	2,5
III	—	(4,0)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(4,0)	—	—	—	—	(2,0)	2,0
IV	—	(6,0)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(6,0)	—	—	—	—	—	—
V	—	4,0	—	—	(5,0)	—	(5,0)	—	(5,0)	(5,0)	—	(5,0)	—	4,0	—	—	(5,0)	—	(3,0)	3,0
VI	—	—	—	(5,0)		(5,0)	4,0	(6+4)	(5,0)	(6,0)	(7+5)	(7,0)	—	—	—	(5,0)	—	(5,0)	—	—

Uwaga: W nawiasach podano relacje, które zajmują najbardziej obciążony element danego węzła

c — współczynnik d

$$d = 0{,}94$$

d — zdolność przepustowa węzła II

$$N_w = (1-\varphi)\,\frac{d\cdot 1440 - T_w}{t_{ws}} = \frac{0{,}94\cdot 1440}{3{,}0}\,(1-0{,}3) = 315 \text{ poc/dobę}$$

Zdolność przepustowa węzła III

Najbardziej obciążonym elementem węzła III jest rozjazd 102

a — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg towarowy

$$t_{ws} = 4{,}0 \text{ min (tylko pociągi relacji } B-D)$$

b — współczynnik d_1

$$d_1 = \frac{M_o - M_1}{E_o - 1} = \frac{3-2}{2-1} = 1$$

c — współczynnik d

$$d = 0{,}95$$

d — zdolność przepustowa węzła III

$$N_w = \frac{d\cdot 1440 - T_w}{t_{ws}}\,(1-\varphi) = (1-0{,}3)\,\frac{0{,}95\cdot 1440}{4{,}0} = 239 \text{ poc/dobę}$$

Zdolność przepustowa węzła IV

Najbardziej obciążonym elementem węzła IV jest rozjazd 86. Rozjazd 86 jest obciążony następującymi manewrami:

— lokomotywy od pociągów kończących jazdę z kierunków A i C, czas zajęcia rozjazdu manewrem $t_{m1} = 2{,}0$ min,

— przetaczanie składów z kierunku B na tor wyciągowy, czas zajęcia rozjazdu manewrem $t_{m2} = 6{,}0$ min,

a — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła IV przez jeden pociąg towarowy

$$t_{ws} = 6+6 = 12{,}0 \text{ min (przejazd pociągu z } B \text{ i przetaczanie przybyłego składu na tor wyciągowy)}$$

b — współczynnik d_1

$$d_1 = \frac{M_o - M_1}{E_o - 1} = \frac{8-3}{2-1} = 5$$

c — współczynnik d

$$d = 0{,}90$$

d — zdolność przepustowa węzła IV

$$N_w = (1-\varphi)\frac{d\cdot 1440 - T_w}{t_{wz}} = (1-0{,}3)\frac{0{,}9\cdot 1440 - 30}{12{,}0} = 75 \text{ poc/dobę}$$

$T_w = 2\cdot 15 = 30$ min (lokomotywy od pociągów z *A*, *C*)

Zdolność przepustowa węzła V

Najbardziej obciążonym elementem węzła V jest rozjazd 210.

a — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła V przez jeden pociąg towarowy

$$t_{ms} = \frac{10\cdot 5+20\cdot 5+20\cdot 5+5\cdot 5+5\cdot 5}{10+20+20+5+5} = 5{,}0 \text{ min}$$

b — współczynnik d_1

$$d_1 = \frac{M_o - M_1}{E_o - 1} = \frac{6-3}{3-1} = 1{,}5$$

c — współczynnik *d*

$$d = 0{,}94$$

d — zdolność przepustowa węzła V

$$N_w = (1-\varphi)\frac{d\cdot 1440 - T_w}{t_{ws}} = (1-0{,}3)\frac{0{,}94\cdot 1440}{5{,}0} = 189 \text{ poc/dobę}$$

Zdolność przepustowa węzła VI

Najbardziej obciążonym elementem węzła VI jest rozjazd 150. Struktura obciążenia rozjazdu

— pociągi rozpoczynające jazdę od *A*, czas zajęcia rozjazdu $t_{w1} = 5+3+4 = 12{,}0$ min (uwzględniony został czas zajęcia rozjazdu przez lokomotywę (3 min) i czas zajęcia rozjazdu przetaczaniem składu z toru wyciągowego — 4 min),

— pociągi rozpoczynające jazdę do *C*, czas zajęcia rozjazdu $r_{w2} = 5+3+3 = 11$ min (uwzględniony został czas zajęcia rozjazdu przez lokomotywę — 3 min i czas zajęcia rozjazdu przetaczaniem składu z toru wyciągowego — 4 min),

— pociągi tranzytowe relacji $A-C$, czas zajęcia rozjazdu $t_{w3} = 6+3+6 = 15{,}0$ min (zmiana kierunku jazdy),

— pociągi tranzytowe relacji $C-A$, czas zajęcia rozjazdu $r_{w4} = 7+3+5 = 15{,}0$ min (zmiana kierunku jazdy),

— pociągi tranzytowe relacji $A-B$, czas zajęcia rozjazdu $t_{w5} = 6$ min,

— pociągi tranzytowe relacji $B-A$, czas zajęcia rozjazdu $t_{w6} = 5$ min,

— pociągi tranzytowe relacji $B-C$, czas zajęcia rozjazdu $t_{w7} = 6$ min,

— pociągi tranzytowe relacji $C-B$, czas zajęcia rozjazdu $t_{w8} = 7$ min.

Ponadto rozjazd 150 jest obciążony przetaczaniem składów rozpoczynających bieg do $B-t_{m1} = 4{,}0$ min,

Liczba i relacje pociągów pasażerskich Tablica 8–7

	A	B	C
A	X	10	—
B	10	X	—
C	—	—	X

Zdolność przepustowa węzła I

Najbardziej obciążonym elementem węzła I jest rozjazd 2

a — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg towarowy

$$t_{ws} = \frac{n_1 \cdot t_{w1} + n_2 \cdot t_{w2} + \ldots + n_k \cdot t_{wk}}{n_1 + n_2 + \ldots + n_k} =$$

$$= \frac{10 \cdot 4 + 10 \cdot 4 + 20 \cdot 5 + 15 \cdot 5 + 20 \cdot 5 + 15 \cdot 5}{10 + 10 + 10 + 20 + 15 + 20 + 15} = 4{,}8 \text{ min}$$

W obliczeniach zostały uwzględnione jedynie te relacje, które zajmują najbardziej obciążony element węzła I (rozjazd 2), tj. relacje $A-D$, $D-A$, $A-B$, $B-A$, $A-C$, $C-A$. W relacjach $A-C$ i $C-A$ uwzględniono jedynie czas zajęcia węzła przez pociągi przyjeżdżające z kierunku A lub odjeżdżające w kierunku A (wjazd z C i wyjazd do C nie zajmują najbardziej obciążonego elementu węzła I).

b — współczynnik d_s

$$M_o = 9\,, \quad M_1 = 4\,, \quad E_o = 3\,, \quad d_1 = \frac{M_o - M_1}{E_o - 1} = \frac{9-4}{2} = 2{,}5$$

c — współczynnik d

$$d = 0{,}92$$

d — zdolność przepustowa węzła I

$$N_w = \frac{d \cdot 1440 - T_w}{t_{ws}} (1-\varphi) = (1-0{,}3)\,\frac{0{,}92 \cdot 1440}{4{,}8} = 193 \text{ poc/dobę}$$

Zdolność przepustowa węzła II

Najbardziej obciążonym elementem węzła II jest rozjazd 10

a — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg towarowy

$t_{ws} = 3{,}0$ min (rozjazd 10 obciążają wyłącznie pociągi towarowe relacji $A-D$)

b — współczynnik d_1

$$M_o = 6\,, \quad m_1 = 3\,, \quad E_o = 3$$

$$d_1 = \frac{M_o - M_1}{E_o - 1} = \frac{6-3}{3-2} = 1{,}5$$

a — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła VI przez jeden pociąg towarowy

$$t_{ws} = \frac{10 \cdot 12 + 5 \cdot 11 + 15 \cdot 15 + 15 \cdot 15 + 20 \cdot 6 + 20 \cdot 5 + 5 \cdot 6 + 5 \cdot 7}{10 + 5 + 15 + 15 + 20 + 20 + 5 + 5} = 9{,}6 \text{ min}$$

b — współczynnik d_1

$d_1 = 0$ — (przez węzeł może być wykonywany jednocześnie tylko jeden przebieg).

c — współczynnik d

$d = 1$

d — zdolność przepustowa węzła VI

$T_w = 10 \cdot 4{,}0 = 40$ min (przetaczanie składów rozpoczynających jazdę do B)

$$N_w = (1 - \varphi) \frac{d \cdot 1440 - T_w}{t_{ws}} = (1 - 0{,}3) \frac{1 \cdot 1440 - 40}{9{,}6} = 102 \text{ poc/dobę}$$

Obciążenie zastępcze grupy przyjazdowej

a — średni czas zajęcia toru przez jeden pociąg zbiorowy

$$t_{zbs} = \frac{2 \cdot 56 + 2 \cdot 55 + 1 \cdot 47}{2 + 2 + 1} = 53{,}8 \text{ min}$$

b — współczynnik zamiany tras pociągów zbiorowych

$$E_{zb} = \frac{t_{zbs}}{t_{zb}} + 0{,}2 = \frac{53{,}8}{43{,}8} + 0{,}2 = 1{,}4$$

c — obciążenie zastępcze grupy przyjazdowej

$$W_g = m_{tg} \cdot n_t + E_{zb} \cdot n_{zb} + E_p \cdot n_p = 1{,}1 \cdot 25 + 5 \cdot 1{,}4 + 0 = 37 \text{ poc/dobę}$$

d — procent wykorzystania zdolności przepustowej grupy przyjazdowej

$$n = \frac{W_g}{N_g} 100\% = \frac{37}{92} \cdot 100\% = 40\%$$

Zastępcze obciążenie grupy odjazdowo-tranzytowej

a — średni czas zajęcia toru grupy odjazdowo-tranzytowej przez jeden pociąg zbiorowy

$$t_{zbs} = \frac{2 \cdot 40 + 2 \cdot 39 + 1 \cdot 30}{2 + 2 + 1} = 37{,}6 \text{ min}$$

b — współczynnik zamiany tras pociągów zbiorczych

$$E_{zb} = \frac{t_{zbs}}{t_{zs}} + 0{,}2 = \frac{37{,}6}{37{,}9} + 0{,}2 = 1{,}2$$

c — zastępcze obciążenie grupy odjazdowo-tranzytowej

$$W_g = m_{tg} \cdot n_t + n_p \cdot E_p + n_{zb} \cdot E_{zb} = 1{,}1 \cdot 105 + 0 + 5 \cdot 1{,}2 = 122 \text{ poc/dobę}$$

d — procent wykorzystania zdolności przepustowej grupy odjazdowo-tranzytowej

$$s = \frac{W_g}{N_g} \cdot 100\% = \frac{122}{169} \cdot 100\% = 72\%$$

Zastępcze obciążenie węzła I

a — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg pasażerski

$$t_{wp} = 3{,}0 \text{ min}$$

b — współczynnik zamiany tras pociągów pasażerskich

$$E_p = \frac{t_{wp}}{t_{ws}} + 0{,}2 = \frac{3{,}0}{4{,}0} + 0{,}2 = 0{,}8$$

c — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg zbiorowy

$$t_{zbs} = 4{,}0 \text{ min}$$

d — współczynnik zamiany tras pociągów zbiorowych

$$E_{zb} = \frac{t_{wzb}}{t_{ws}} + 0{,}2 = \frac{4{,}0}{4{,}8} + 0{,}2 = 1{,}2$$

e — zastępcze obciążenie węzła I

$$W_w = m_{tw} \cdot n_t + n_p \cdot E_p + n_{zp} \cdot E_{zb} = 1{,}1 \cdot 90 + 10 \cdot 0{,}8 + 4 \cdot 1{,}2 = 113 \text{ poc/dobę}$$

f — procent wykorzystania węzła I

$$s = \frac{W_w}{N_w} 100\% = \frac{113}{193} 100\% = 59\%$$

Zastępcze wykorzystania węzła II

a — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg pasażerski

$$t_{wp} = 2{,}5 \text{ min}$$

b — współczynnik zamiany tras pociągów pasażerskich

$$E_p = \frac{t_{wp}}{t_{ws}} + 0{,}2 = \frac{2{,}5}{3{,}0} + 0{,}2 = 1{,}0$$

c — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg zbiorowy

$$t_{wzb} = 3{,}0 \text{ min}$$

d — współczynnik zamiany tras pociągów zbiorowych

$$E_{zb} = \frac{t_{wzb}}{t_{ws}} + 0{,}2 = \frac{3{,}0}{3{,}0} + 0{,}2 = 1{,}2$$

e — zastępcze obciążenie węzła II

$$W_w = m_{tw} \cdot n_t + E_p \cdot n_p + E_{zb} \cdot n_{zb} = 1{,}1 \cdot 10 + 1{,}0 \cdot 10 + 1{,}2 \cdot 2 = 24 \text{ poc/dobę}$$

f — procent wykorzystania węzła II

$$s = \frac{W_w}{N_w} 100\% = \frac{24}{315} 100\% = 8\%$$

Zastępcze obciążenie węzła III

a — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg pasażerski

$$t_{wp} = 2{,}0 \text{ min}$$

b — współczynnik zamiany tras pociągów pasażerskich

$$E_p = \frac{t_{wp}}{t_{ws}} + 0{,}2 = \frac{2{,}0}{4{,}0} + 0{,}2 = 0{,}7$$

c — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg zbiorowy

$$t_{wzb} = 5{,}0 \text{ min}$$

d — współczynnik zamiany tras pociągów zbiorowych

$$E_{zb} = \frac{t_{wzb}}{t_{ws}} + 0{,}2 = \frac{5{,}0}{4{,}0} + 0{,}2 = 1{,}4$$

e — zastępcze obciążenie węzła III

$$W_w = m_{tw} \cdot n_t + n_p \cdot E_p + n_{zb} \cdot E_{zb} = 1{,}1 \cdot 10 + 0{,}7 \cdot 10 + 1{,}4 \cdot 2 = 21 \text{ poc/dobę}$$

f — procent wykorzystania zdolności przepustowej węzła III

$$s = \frac{W_w}{N_w} 100\% = \frac{21}{239} 100\% = 9\%$$

Zastępcze obciążenie węzła IV

a — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg zbiorowy

$t_{wzb} = 6,\ 6 + 6{,}0 = 12{,}0$ min (przejazd pociągu i przestawianie składu na tor wyciągowy)

b — współczynnik zamiany tras pociągów zbiorowych

$$E_{zb} = \frac{t_{wzb}}{t_{ws}} + 0{,}2 = \frac{12{,}0}{12{,}0} + 0{,}2 = 1{,}2$$

c — zastępcze obciążenie węzła IV

$$W_w = m_{tw} \cdot n_t + n_p \cdot E_p + n_{zb} \cdot E_{zb} = 1{,}1 \cdot 10 + 0 + 2 \cdot 1{,}2 = 13 \text{ poc/dobę}$$

d — procent wykorzystania zdolności przepustowej węzła IV

$$s = \frac{W_w}{N_w} 100\% = \frac{14}{15} 100\% = 19\%$$

Zastępcze obciążenia węzła V

a — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg pasażerski

$$t_{wp} = 3{,}0 \text{ min}$$

b — współczynnik zamiany tras pociągów pasażerskich

$$E_p = \frac{t_{wp}}{t_{ws}} + 0{,}2 = \frac{3{,}0}{5{,}0} = 0{,}8$$

c — średni czas zajęcia najbardziej obciążonego elementu węzła przez jeden pociąg zbiorowy

$$t_{wzb} = 5{,}0 \text{ min}$$

d — współczynnik zamiany tras pociągów zbiorowych

$$E_{zb} = \frac{t_{wzb}}{t_{ws}} + 0{,}2 = \frac{5{,}0}{5{,}0} + 0{,}2 = 1{,}2$$

e — zastępcze obciążenie węzla V

$$W_w = m_{tw} \cdot n_t + n_p \cdot E + n_{zb} \cdot E_{zb} = 1{,}1 \cdot 60 + 10 \cdot 0{,}8 + 2 \cdot 1{,}2 = 77 \text{ poc/dobę}$$

f — procent wykorzystania zdolności przepustowej węzła V

$$s = \frac{W_w}{N_w} 100\% = \frac{77}{189} 100\% = 41\%$$

Zastępcze obciążenie węzła VI

a — średni czas zajęcia węzła przez jeden pociąg zbiorowy

$$t_{wzb} = 11{,}5 \text{ min}$$

b — współczynnik zamiany tras pociągów zbiorowych

$$E_{zb} = \frac{t_{wzb}}{t_{ws}} + 0{,}2 = \frac{11{,}5}{9{,}6} + 0{,}2 = 1{,}4$$

c — zastępcze obciążenie węzła VI

$$W_w = m_{tw} \cdot n_t + n_o \cdot E_o + n_{zb} \cdot E_{zb} = 1{,}1 \cdot 95 + 0 + 3 \cdot 1{,}4 = 110 \text{ poc/dobę}$$

d — procent wykorzystania zdolności przepustowej węzła VI

$$s = \frac{W_w}{N_w} 100\% = \frac{110}{102} 100\% = 108\% \text{ — węzeł przeciążony.}$$

Z tablicy 8–8 [90] wynika, że zdolność przepustowa stacji jest limitowana zdolnością przepustową węzła VI i wynosi 102 pociągi na dobę (bez uwzględnienia układu rozrządowego).

Zdolność przepustowa stacji Tablica 8–8

Lp.	Element	Zdolność przepustowa	Zastępcze obciążenie	Procent wykorzystania [%]
1	grupa *P*	92	37	40
2	grupa *O-T*	169	122	72
3	węzeł I	193	113	59
4	węzeł II	315	24	8
5	węzeł III	239	21	9
6	węzeł IV	75	14	19
7	węzeł V	189	77	41
8	węzeł VI	102	110	108 węzeł przeciążony

Na węźle VI występuje przeciążenie ($s = 108\%$), w związku z czym mogą występować poważne zakłócenia w pracy stacji. Przyczyną ograniczającą zdolność przepustową stacji jest układ torowy węzła VI — odcinek toru między rozjazdami 50 i 51 jest wykorzystywany dla jazdy pociągów wyjeżdżających w kierunku *A*, *C* na grupę $O-T$, wyjeżdżających na kierunek *A*, *C* z grupy $O-T$, dla przetaczania składów z toru wyciągowego na tory odjazdowe oraz dla dojazdu lokomotyw. W celu powiększenia zdolności przepustowej stacji należałoby zmniejszyć liczbę przebiegów obciążających węzeł VI. Można to osiągnąć przez dobudowanie odcinka toru łączącego tor wyciągowy z grupą $O-T$ niezależnie od toru przeznaczonego dla jazd pociągowych.

8.8. Wykorzystanie teorii masowej obsługi do oszacowania potrzebnej liczby torów stacyjnych

Często naczelnicy i technolodzy stacji rozrządowej spotykają się z koniecznością oceny liczby torów na grupie przyjazdowej stacji rozrządowej.

Można to łatwo i szybko wykonać analitycznie, posługując się teorią masowej obsługi. W tym celu wystarczy przyjąć wg klasyfikacji D. Kendalla następujący model $M/M/m$ systemu masowej obsługi:

— system składa się z m równoległych kanałów obsługi, każdy z wykładniczym rozkładem czasów obsługi, występuje kolejka o nieorganicznej długości, rozkład stopy przybyć Poissona,
— klientami są pociągi zgłaszające się do wjazdu na grupę przyjazdową,
— kanałami obsługi są tory grupy przyjazdowej,
— czas obsługi trwa od momentu wyjazdu pociągu na grupę przyjazdową do momentu zakończenia rozrządzania składu pociągowego.

Do obliczeń należy wykorzystać wzory (8.24), (8.25), (8.26) słuszne dla modelu $M/M/m$.
Prawdopodobieństwo, że wszystkie tory są wolne:

$$P(0) = \frac{1}{\sum_{i=0}^{m-1} \frac{\varrho^i}{i!} + \frac{\varrho^m}{(m-\varrho)\,(m-1)!}} \tag{8.24}$$

Intensywność ruchu dla m kanałów wynosi

$$\varrho = \frac{\lambda}{\mu} \tag{8.25}$$

gdzie λ i μ — odpowiednio intensywność zgłoszeń i intensywność obsługi dla m kanałów.
Średnia długość kolejki:

$$Q = \frac{\varrho^{m+1}}{(m-\varrho)^2\,(m-1)!}\,P(0) \tag{8.26}$$

gdzie:
ϱ — intensywność ruchu dla m torów,
m — liczba torów przyjazdowych na badanej stacji.
Słuszny jest związek $\varrho < m$.

Przykład zastosowania

Zadanie

Na grupę przyjazdową stacji rozrządowej przyjeżdżają w nierównych odstępach pociągi towarowe kończące jazdę. Średnio w ciągu doby na grupie przyjazdowej kończy jazdę $n = 18$ pociągów. Stwierdzono, że średnio czas zajęcia toru przyjazdowego (od momentu wjazdu pociągu do zakończenia rozrządzania) wynosi $t = 360$ min. Liczba torów na grupie przyjazdowej $m = 8$. Każdy tor jest równouprawniony, tj. wykonuje te same czynności obsługi i istnieje możliwość wjazdu pociągów z każdego kierunku na każdy tor grupy przyjazdowej. Należy oszacować czy przy obecnej intensywności zgłoszeń pociągów i aktualnej technologii pracy stacji, liczba torów przyjazdowych jest wystarczająca.

Rozwiązanie

$$\lambda = \frac{n}{1440} = \frac{18}{1440} = 0{,}013 \text{ poc/min}$$

Czas obsługi: $t = 360$ min
Zatem intensywność ruchu wyniesie:

$$\varrho = \lambda \frac{1}{\mu} = 4{,}5 < m$$

Prawdopodobieństwo, że wszystkie tory są wolne, wyliczymy ze wzoru (8.24):

$$P(0) = \frac{1}{\sum_{i=0}^{8-1} \frac{4{,}5^i}{i!} + \frac{4{,}5^8}{(8-4{,}5)\,(8-1)!}} =$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{4{,}5^1}{1!} + \frac{4{,}5^2}{2!} + \frac{4{,}5^3}{3!} + \frac{4{,}5^4}{4!} + \frac{4{,}5^5}{5!} + \frac{4{,}5^6}{6!} + \frac{4{,}5^7}{7!} + \frac{4{,}5^8}{(8-4{,}5)\,7!}} = 0{,}01$$

Średnia długość pociągów oczekujących przed grupą przyjazdową określa wzór (8.26)

$$Q = \frac{4{,}5^{8+1}}{(8-4{,}5)^2\,(8-1)!} \cdot 0{,}01 = \frac{756680{,}6}{61740} \cdot 0{,}01 = 0{,}12$$

Ze względu na małą wartość średniej długości kolejki: $Q = 0{,}12$ można stwierdzić, że liczba torów na grupie przyjazdowej jest wystarczająca.

Jeżeli wartości Q zbliżałaby się do 1, to wówczas należałoby wykonać następujące operacje:

1. Skrócić średni czas pobytu składu pociągu na grupie przyjazdowej, przez zmniejszenie czasu obróbki (np. w wyniku zwiększenia liczby rewidentów i odprawiaczy techniczno-handlowych) lub przez skrócenie przerw międzyoperacyjnych (np. w wyniku poprawy organizacji i dyscypliny pracy na grupie przyjazdowej).
2. Zmniejszyć obciążenie stacji pociągami (zmiana rozkładu jazdy).
3. Dobudować potrzebną liczbę torów.

Po wykonaniu pierwszej operacji powinno się powtórzyć obliczenia Q. Jeżeli wartości te byłyby nadal bliskie 1, to konieczne byłoby przeprowadzenie drugiej lub trzeciej operacji.

Według przedstawionego schematu obliczeń można również oszacować liczby torów w grupach odjazdowych, przyjazdowo-odjazdowych i tranzytowych.

9

Zagadnienia rozrządzania klasycznego

9.1. Pojęcia ogólne

Manewry stacyjne obejmują: przestawianie (przerabianie) na torach stacyjnych całych składów pociągowych, grup lub pojedynczych wagonów oraz przebiegi luzem lokomotyw manewrowych, wykonujących te przestawienia.

Manewry stacyjne można wykonywać: ręcznie — pojedyncze wagony, przy użyciu siły zwierzęcej, przy użyciu lokomotyw (spalinowe) oraz przy wykorzystaniu siły ciężkości (górki rozrządowe).

Rozróżnia się następujące rodzaje pracy manewrowej: praca ładunkowa (podstawianie i zabieranie z torów ładunkowych oraz ważenie), rozrządzanie (rozstawianie wagonów lub grup wagonowych składów pociągów na tory kierunkowe i porządkowe), zestawienie składów pociągów z wagonów rozlokowanych na torach kierunkowych lub porządkowych (wg kolejności stacji), doczepianie, odczepianie lub wymiana wagonów w składach pociągów oraz przestawianie wagonów z jednej na drugą grupę stacyjną.

W związku z tym lokomotywy manewrowe wykonują tzw. obróbkę składów grup lub wagonów, polegającą na ich przetaczaniu.

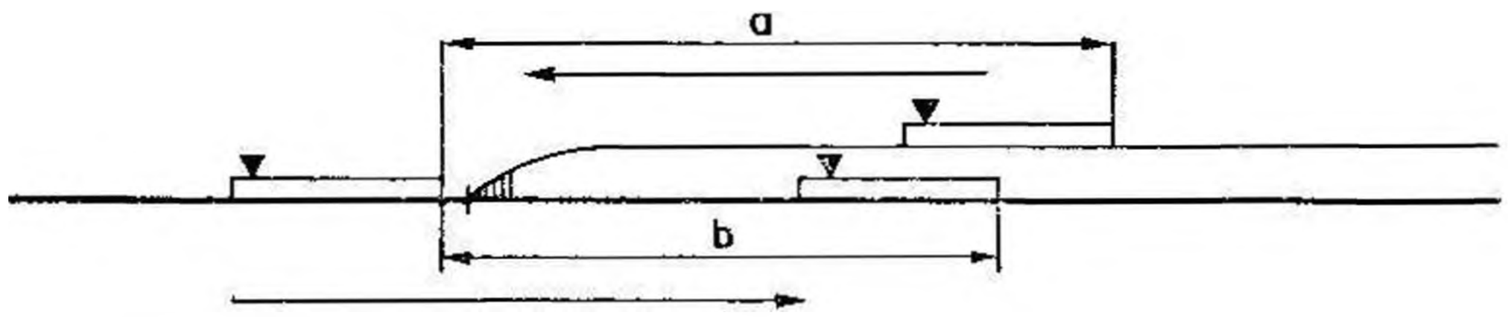
Rozrządzanie za pomocą lokomotyw manewrowych

Jeżeli manewry nie odbywają się przy użyciu siły ciężkości (górki rozrządowe), to przeprowadza się je sposobem odstawczym lub rzutowym.

Sposób odstawczy (szufladkowanie) polega na tym, że lokomotywa manewrowa podciąga (podpycha) sprzęgnięty wagon lub grupę wagonów do miejsca przeznaczenia, po czym po odczepieniu pozostawia je i odjeżdża do dalszej pracy.

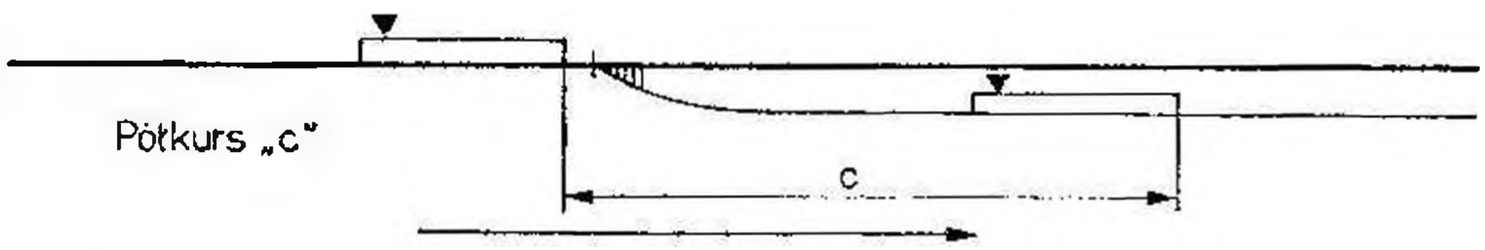
Sposób rzutowy może być zwykły lub seryjny. Sposób zwykły polega na tym, że lokomotywa manewrowa popycha odprzęgnięty wagon lub grupę, nadając im pewną prędkość, po czym przed miejscem przeznaczenia zwalnia jazdę i zatrzymuje się, a wagony toczą się dalej pod wpływem nabytej energii kinetycznej i zatrzymują się same w miejscu przeznaczenia (o ile prędkość początkowa odpowiadała długości drogi i wartości opóźnienia spowodowanego oporami ruchu) lub w wyniku działania płozów hamulcowych ewentualnie hamulców wagonowych. Doczepianie wagonów do pociągów, przetaczanie wagonów z ludźmi oraz wagonów z materiałami łatwo wybuchowymi sposobem rzutowym jest niedozwolone.

Odmianą tego sposobu jest rzutowanie seryjne, polegające na tym, że lokomotywa manewrowa pcha 3–4 grupy wagonów, przy czym 1 grupa jest odprzęgnięta. Po zwolnieniu prędkości popychania nie sprzęgnięta grupa przetacza się do przodu, a drugą grupę odprzęga się i cykl się powtarza, a lokomotywa po odprzęgnięciu ostatniej grupy zatrzymuje się i wraca.



9.1. Kurs $a+b$ lokomotywy manewrowej [1]

Lokomotywa przy przetaczaniu wykonuje kursy i półkursy manewrowe. Kurs = $a+b$. Lokomotywa manewrowa przejeżdżając z jednego toru na drugi zmienia kierunek jazdy (rys. 9.1) [1]. Półkurs = c. Lokomotywa manewrowa, przejeżdżając z jednego toru na drugi nie zmienia kierunku jazdy (rys. 9.2) [1].



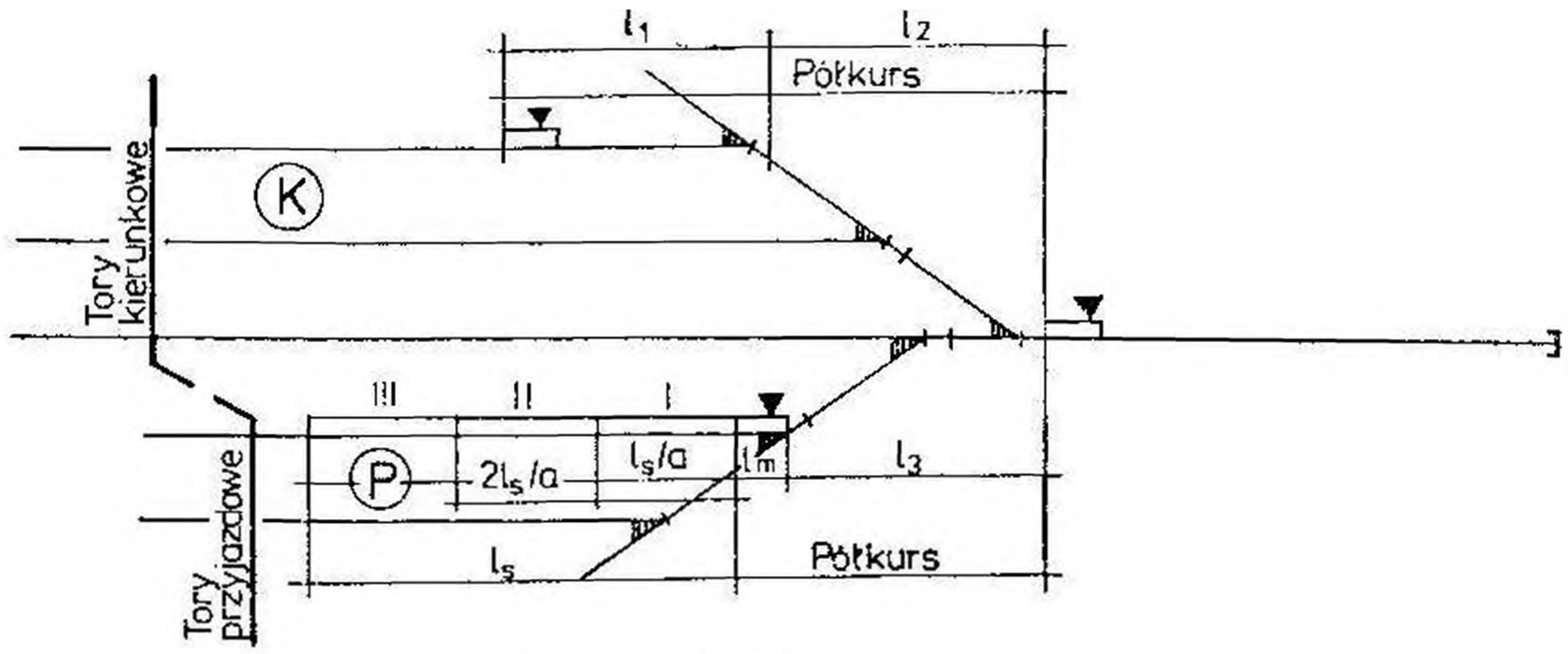
9.2. Półkurs c lokomotywy manewrowej [1]

Na dużych stacjach wymagana jest równoczesna praca kilku lokomotyw manewrowych i wtedy stacja podzielona jest na kilka rejonów manewrowych, obsługiwanych każdy przez jedną lokomotywę manewrową. Podział taki eliminuje kolizje w ruchach manewrowych, ułatwia pracę drużyn manewrowych, a także pozwala na dobór odpowiednich do profilu i planu torów oraz ciężarów odprzęgów wagonowych — lokomotyw manewrowych.

9.2. Rozrządzanie składów pociągowych sposobem odstawczym

Lokomotywa manewrowa, rozrządzając pociąg sposobem odstawczym, wykonuje następujące ruchy manewrowe:

— kursy luzowe (z torów kierunkowych na tor przyjazdowy rozrządzanego składu),
— półkursy przestawcze (przy przestawianiu całego lub częściowego składu pociągu z torów przyjazdowych na tor wyciągowy) oraz
— półkursy właściwego rozrządzania (związane z rozstawieniem wagonów na poszczególnych torach kierunkowych).



9.3. Kurs luzowy lokomotywy manewrowej [1]

Kursy luzowe (rys. 9.3) [1] Długość kursów luzem lokomotywy manewrowej dla obsługi danego pociągu:

$$L = \sum_{\mathrm{I}}^{\mathrm{III}} l\,, \qquad L_{\mathrm{I}} = l_1 + l_2 + l_3 + l_m$$

$$L_{\mathrm{II}} = l_1 + l_2 + l_3 + l_3 + \frac{l_s}{a}$$

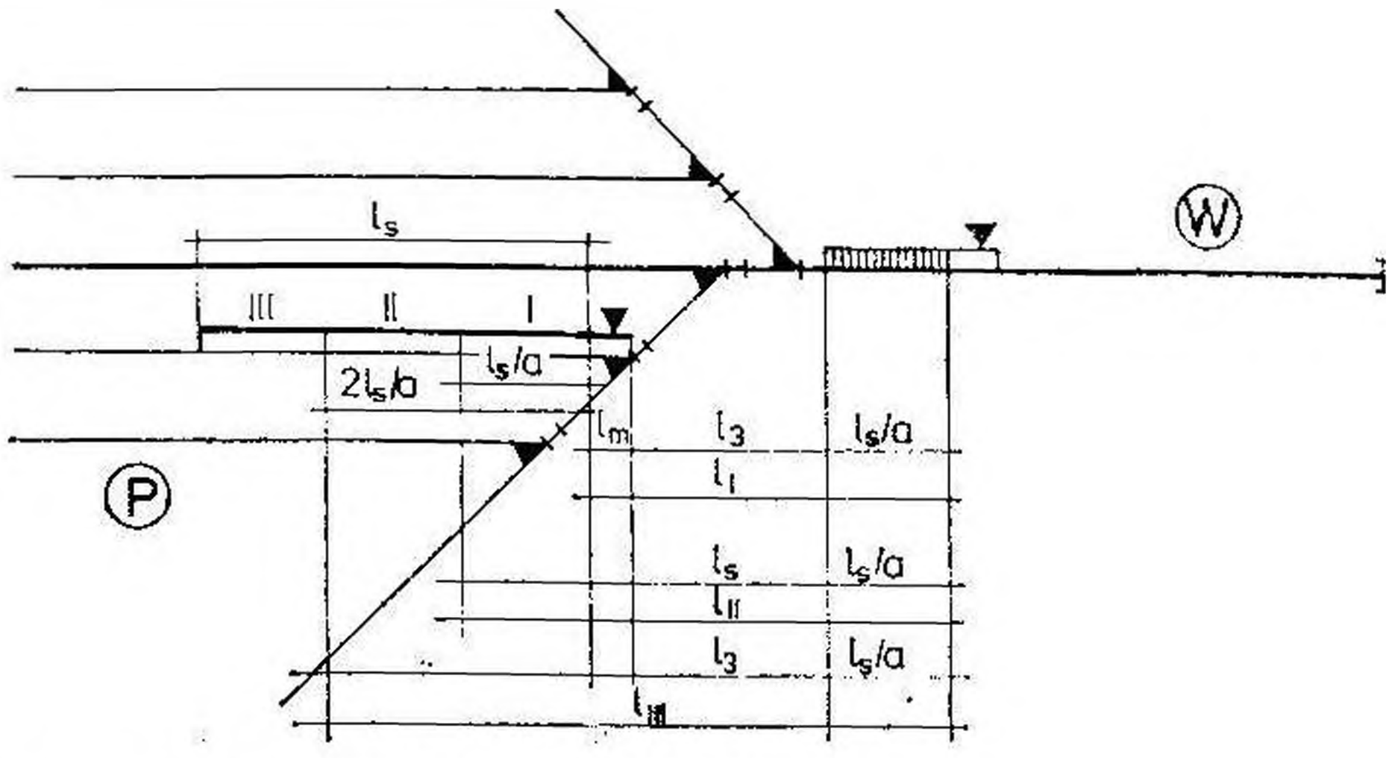
$$L_{\mathrm{III}} = l_1 + l_2 + l_3 + l_m + \frac{2l_s}{a}$$

$$L = l_{\mathrm{I}} + l_{\mathrm{II}} + l_{\mathrm{III}} = 3l_1 + 3l_2 + 3l_3 + 3l_m + 3\frac{l_s}{a}$$

$$L = 3\left(l_1 + l_2 + l_3 + l_m + \frac{l_s}{m}\right) = a(l_1 + l_2 + l_3 + l_m) + l_s\,,$$

gdzie:

l_1 — przeciętna długość przejazdu po torach kierunkowych,
l_2 — przeciętna długość przejazdu na drodze zwrotnicowej gr. K,
l_3 — przeciętna długość przejazdu na drodze zwrotnicowej gr. P,
l_m — długość lokomotywy,
l_s — długość składu wagonowego pociągu = $3a$,
a — liczba grup wagonów (odprzęgów).



9.4. Półkurs przestawczy lokomotywy manewrowej [1]

Przeciętnie

$$L_{śr} = \frac{L}{a} = l_1 + l_2 + l_3 + l_m + \frac{l_s}{a}$$

Półkursy przestawcze (z. gr. *P* na wyciąg — rys. 9.4) [1]

$$L' = \sum_{\mathrm{I}}^{\mathrm{III}} l' , \qquad l'_{\mathrm{I}} = l_m + l_3 + \frac{l_s}{a}$$

$$l'_{\mathrm{II}} = l_m + l_3 + \frac{2l_s}{a} = l'_{\mathrm{I}} + \frac{l_s}{a}$$

$$l'_{\mathrm{III}} = l_m + l_3 + \frac{3l_s}{a} = l'_{\mathrm{I}} + \frac{2l_s}{a} = l_{\mathrm{II}} + \frac{l_s}{a}$$

$$L' = l'_{\mathrm{I}} + l'_{\mathrm{II}} + l'_{\mathrm{III}} = 3l_m + 3l_3 + \frac{6l_s}{a} = 3(l_m + l_3) + 2l_s = a(l_m + l_3) + 2l_s$$

$$L'_{śr} = \frac{L'}{a} = l_m + l_3 + \frac{2l_s}{a}$$

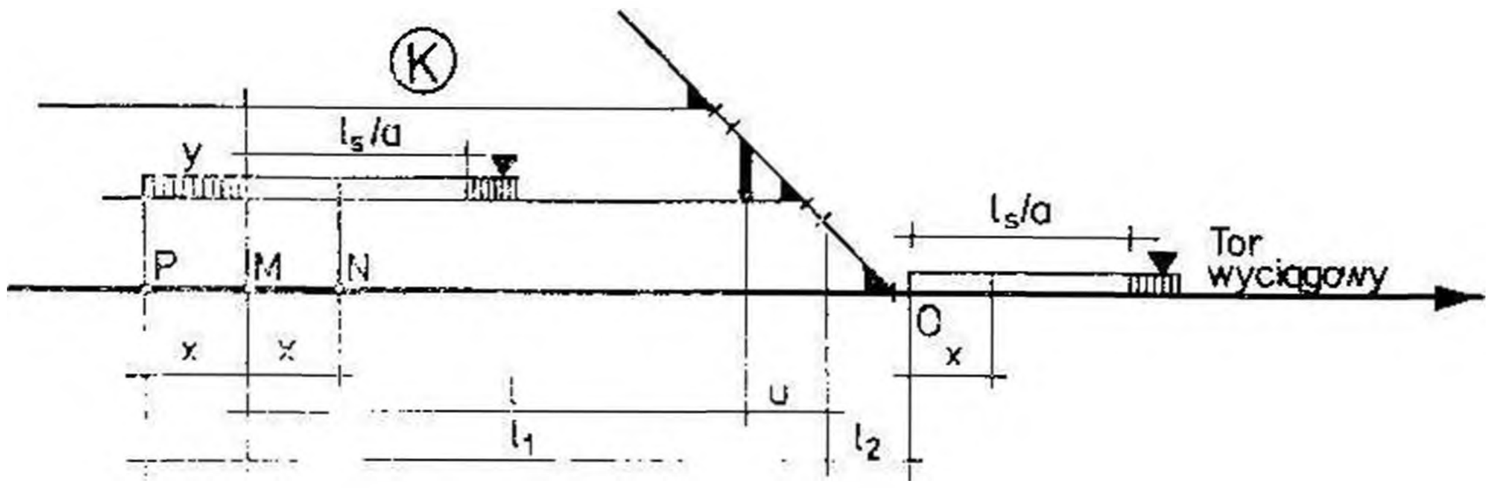
Ruchy rozrządzania (z wyciągu na tor kierunkowy rys. 9.5). Lokomotywa manewrowa podczas rozrządzania składu lub odprzęgu z wyciągu na tory kierunkowe wykonuje dwa lub więcej półkursów:

1 — z punktu *O* do *M*, zostawiając na torze kierunkowym *y* wagonów długości *x*,

2 — z punktu *N* do *O*, wyciągając resztę składu po pozostawieniu odprzęgu na właściwym torze kierunkowym itd.

Jeśli wagony *y* mają być ustawione na torze kierunkowym w określonej odległości *l* od słupka ukresowego, to długość kursu rozrządzania wynosi:

$$l_r = OP + MO = l_2 + {}_{s1} + x + l_1 + l_2 = 2l_2 + 2l_1 + x =$$
$$= 2(l_2 + l_1) + x = 2(l_2 + 1 + u) + x$$



9.5. Ruchy rozrządzania lokomotywy manewrowej

W przypadku kilku kursów rozrządzania obliczenie przeciętnych wielkości l_1 oraz l_2 przeprowadza się za pomocą wzorów:

$$l_1 = l_u - \frac{n \cdot l_q}{m}, \qquad l_2 = z \cdot l_z ,$$

gdzie:

l_u — średnia użytkowa długość przeciętnego toru kierunkowego,

n — 2-osiowe wagony (w przypadku wagonów 4-osiowych należy je przeliczyć z proporcji na 2-osiowe, np. długość wagonów 2-osiowych = 10,8 m, 4-osiowych = = 15 m; 15 : 10,8 = 1,4) znajdujących się na torach kierunkowych

m — torów kierunkowych,

l_q — długość toru kierunkowego zajmowania przez przeciętny wagon 2-osiowy, znajdujący się na torach kierunkowych, plus luz, międzywagonowy, tzw. współczynnik zajęcia torów maks. 20% długości 2 wagonów,

z — średnia liczba zwrotnic drogi zwrotnicowej,

l_z — przeciętna odległość między zwrotnicami na drodze zwrotnicowej.

Obliczanie czasu trwania rozrządzania pociągu

Lokomotywa manewrowa rozpoczyna jazdę ruchem przyspieszonym w czasie t_a, następnie jedzie ruchem jednostajnym w czasie t_j, i w końcu hamuje w czasie t_h. Czas trwania półkursu wynosi więc $t = t_a + t_j + t_h$ [min]. Jeżeli odczepianie odprzęgu nie odbywa się podczas zwolnionego ruchu lokomotywy, wtedy dochodzi czas t_m = 15–30″.

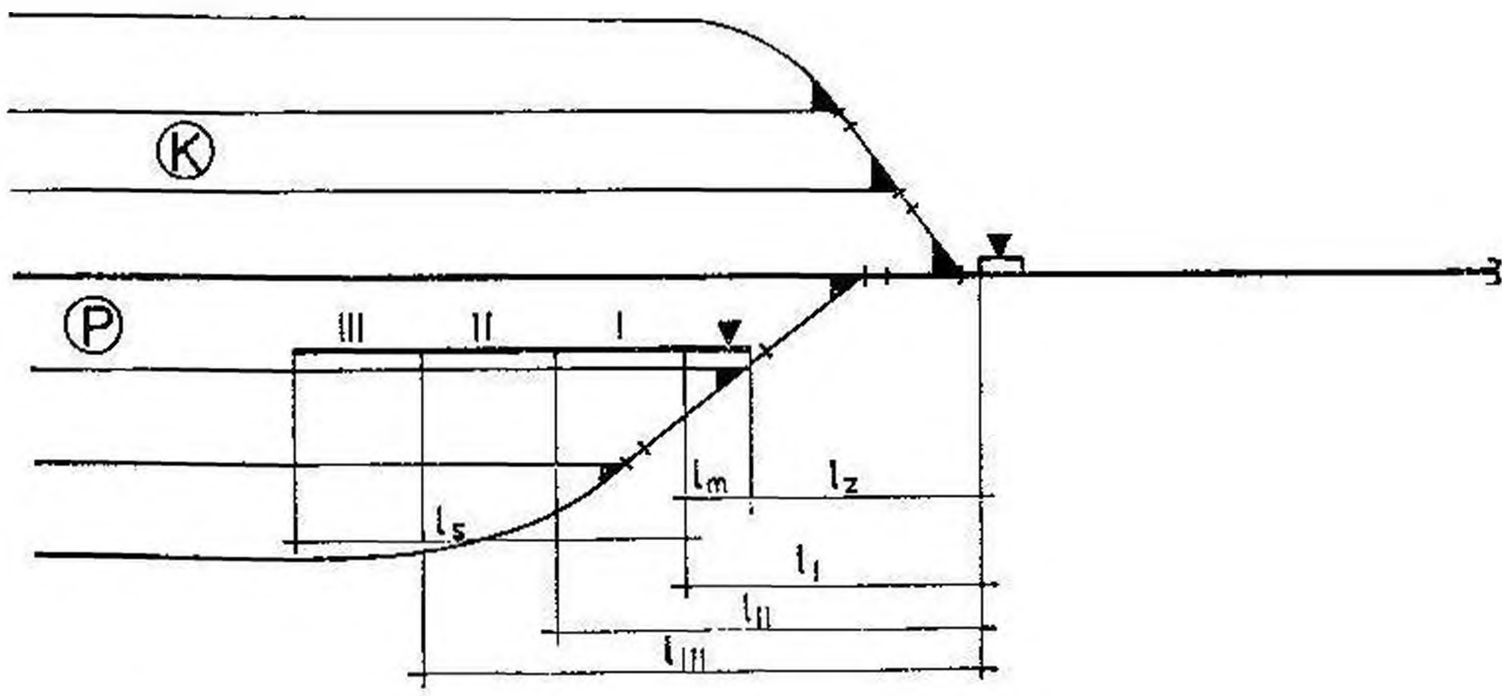
Mając obliczone wartości czasów trwania półkursów dla ruchów manewrowych luzowych t_l, przestawczych t_p i rozrządzania t_r oraz znając ich liczbę i_l, i_p oraz l_r, otrzymamy czas trwania przetaczania przy rozrządzaniu.

$$T = t_1 \cdot i_l + t_p \cdot i_p + t_r \cdot l_r \qquad \text{[min]}$$

Czas ten ulegnie dalszemu zwiększeniu, jeśli zaistnieje kolizja przebiegu lokomotywy manewrowej z lokomotywą pociągową.

9.3. Rozrządzanie składów pociągowych sposobem rzutów zwykłych

Lokomotywa manewrowa, rozrządzając składem pociągu tym sposobem, wykonuje takie same manewry jak poprzednio, tj. ruchy luzem, przestawcze i rozrządowe, z tą różnicą, że lokomotywa manewrowa z odprzęgiem nie wjeżdża na tory kierunkowe, a więc również nie wyjeżdża z torów kierunkowych, lecz tylko z wyciągu, przez co czas rozrządzania bardzo się skraca.



9.6. Długości półkursów luzowych lokomotywy manewrowej

Długości półkursów luzowych (rys. 9.6).

$$L = \sum_{\mathrm{I}}^{\mathrm{III}} l = l_{\mathrm{I}} + l_{\mathrm{II}} + l_{\mathrm{III}}, \qquad l_{\mathrm{I}} = l_z + l_m$$

$$l_{\mathrm{II}} = l_z + l_m + \frac{l_s}{a}$$

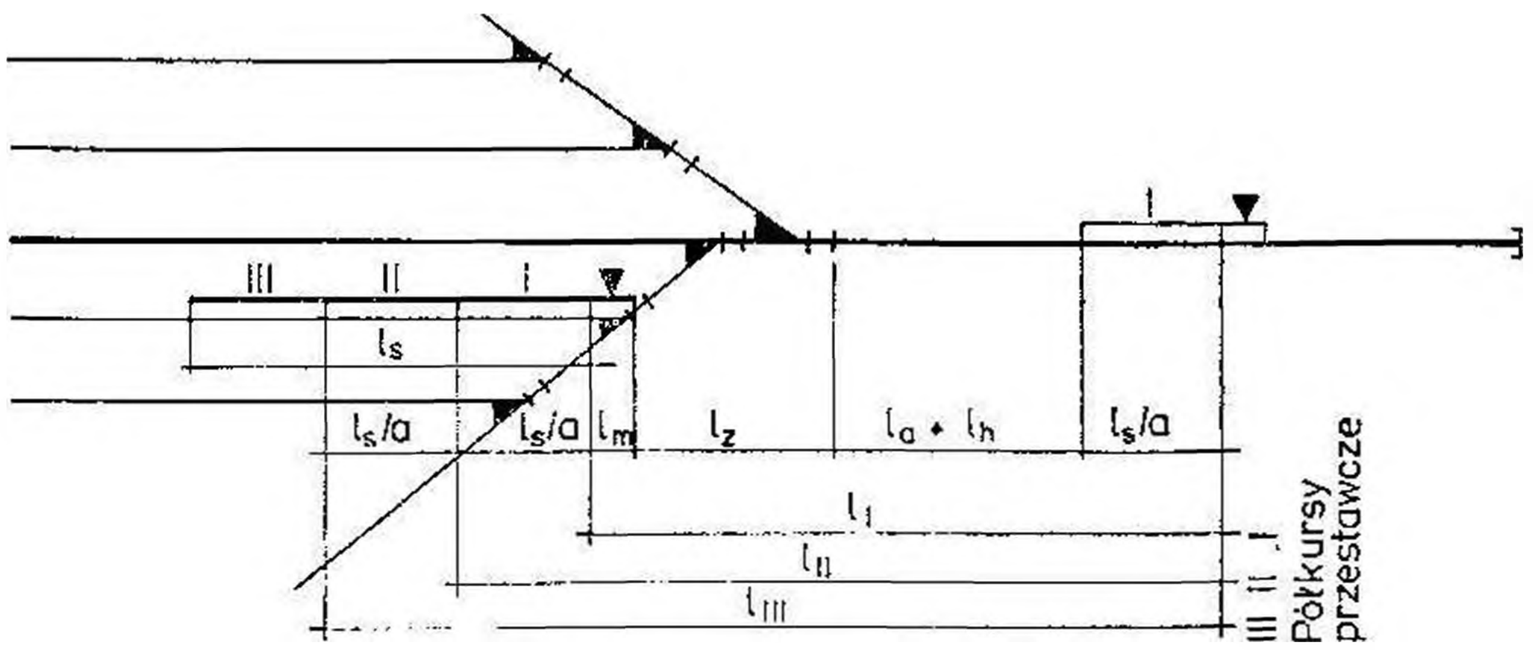
$$l_{\mathrm{III}} = l_z + l_m + \frac{2l_s}{a}$$

$$l_{\mathrm{I}} + l_{\mathrm{II}} + l_{\mathrm{III}} = 3l_z + 3l_m + 3\frac{l_s}{a} = 3\left(l_z + l_m + \frac{l_s}{a}\right) = a\left(l_z + l_m + \frac{l_s}{a}\right) =$$

$$= a(l_z + l_m) l_s$$

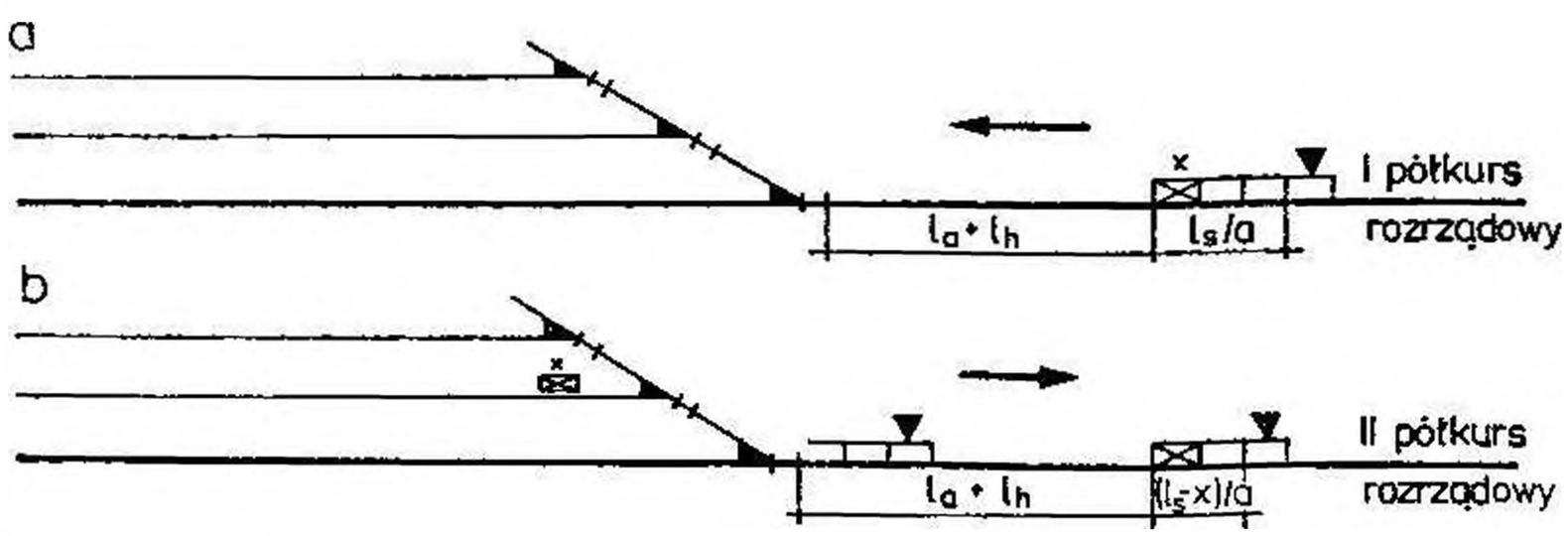
$$L_{śr} = \frac{L}{a} = l_z + l_m + \frac{l_s(a-1)}{2a}$$

Długość półkursów przestawczych (rys. 9.7).



9.7. Długości półkursów przestawczych lokomotywy manewrowej

Długości te są większe o $l_a + l_h$ od długości przy sposobie odstawczym. Długość każdego półkursu rozrządzania sposobem rzutowym równa jest sumie długości dróg rozpędu l_a i hamowania l_h (rys. 9.8). Dla określenia długości kursów rozrządzania należy obliczyć prędkość jazdy jednostki manewrowej w chwili odrzucenia odprzęgu na tor kierunkowy.



9.8. Długości półkursu rozrządzania sposobem rzutowym (*a*, *b*)

Pożądana długość drogi przebiegu odprzęgu $l = l_h + l_z + l_k$, gdzie:

l_h — długość drogi hamowania jednostki manewrowej odrzucającej odprzęg [km], $l_h = (l_z + l_k)$,

l_z — długość drogi zwrotniczej [km],

l_k — wolna długość toru kierunkowego [km]

W ruchu jednostajnie opóźnionym $l = \dfrac{v_2^2 - v_1^2}{240p}$

Prędkość końcowa odprzęgu $v_2 = 0$, czyli $l = \dfrac{-v_1^2}{250p}$.

Prędkość początkowa odprzęgu odpowiada prędkości lokomotywy manewrowej w chwili odrzucania odprzęgu v_1 [km/h]:

opór opóźnienia $p = -(w_o'' + w_x)$ [N/kN]

więc $l = \dfrac{v_1^2}{240\,(w_o'' + w_x)}$

w_o'' — jednostkowy opór jazdy wagonów odprzęgu na torze prostym i poziomym,

w_x — jednostkowy opór dodatkowy wagonów, uwzględniający pochylenia i krzywizny toru oraz uderzenia na zwrotnicach

Stąd można obliczyć $v_1 = 240l\,(w_o'' + w_x)$ [km/h]

Długości l_z i l_k odczytuje się z planu.

Dodatkowy opór wagonów $w_x = w_l \pm w_s + w_r$,

gdzie:

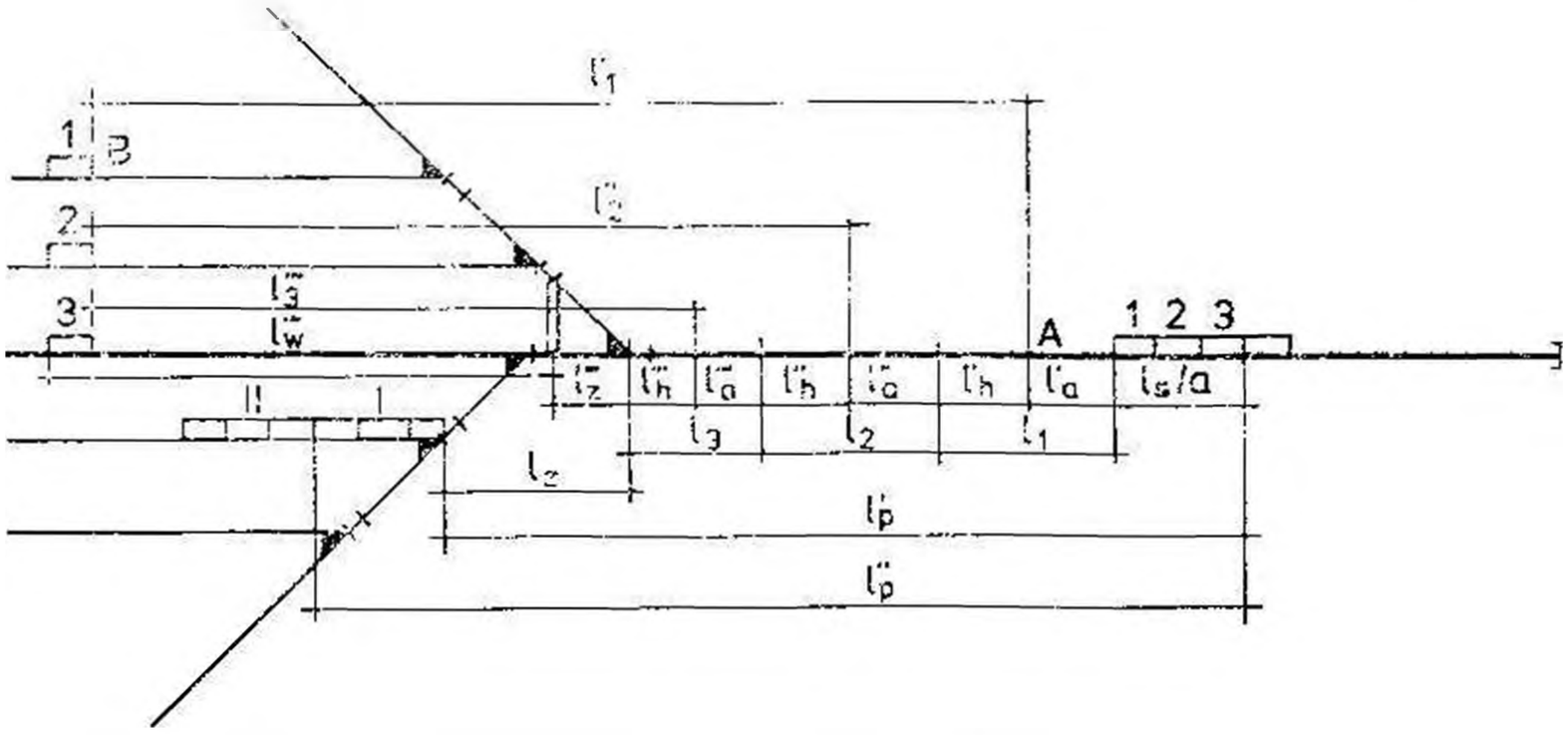
w_r — opór w łuku,

w_s — opór na pochyleniu,

w_r' — opór na rozjeździe (0,5–1,0 N/kN), przy czym mniejszą wartość przyjmuje się przy jeździe po torze zasadniczym, a większą po torze zwrotnym. Mając ustaloną potrzebną prędkość odrzutu, można obliczyć pozostałe długości i czasy trwania rozrządzania, podobnie jak przy sposobie odstawczym, tj. przez sumowanie ruchu luzowego, przestawczego i rozrządzania.

9.4. Rozrządzanie składów pociągowych sposobem rzutów seryjnych

W rozrządzaniu składu pociągu sposobem rzutów seryjnych lokomotywa manewrowa wciąga na tor wyciągowy zwykle cały skład pociągu (jeśli długość toru wyciągowego na to pozwala) tak głęboko, aby przy ruchu w stronę grupy kierunkowej można było wykonać serię kolejnych rzutów bez zmian kierunku jazdy lokomotywy manewrowej, dzięki czemu rozrządzanie odbywa się szybciej aniżeli przy rzucaniu zwykłym (rys. 9.9). Dla wykonania rzutu pierwszego odprzęgu (*1*), lokomotywa manewrowa pcha go ruchem przyspieszonym wzdłuż drogi l_a', przy czym w momencie początkowym tego ruchu manewrowy odczepia odprzęg. Po osiągnięciu odpowiedniej prędkości, a więc energii kinetycznej pozwalającej odprzęgowi na pokonanie drogi $l_1' = AB$, lokomotywa



9.5. Rozrządzanie składów pociągowych sposobem rzutów seryjnych

zwalnia jazdę, a odprzęg odrywa się i jedzie na przeznaczony tor kierunkowy. Manewrowy odczepia drugi odprzęg, lokomotywa przyspiesza jazdę i cykl się powtarza.

Ponieważ trudno jest ściśle określać potrzebną (do zatrzymania się na właściwym miejscu odprzęgu) prędkość rzucania, przeto maszynista nabiera nieco większej prędkości od potrzebnej, co powoduje konieczność dodatkowego hamowania odprzęgów na torach kierunkowych płozami hamulcowymi, podkładanymi pod koła przez płozowych.

Długości półkursów luzowych oblicza się jak przy sposobie rzutów zwykłych.

Długości półkursów przestawczych oblicza się następująco:

$$l'_p = l_z + \Sigma (l_a + l_n) + \frac{l_s}{a}$$

$$l''_p = l_z + \Sigma (l_a + l_h) + \frac{2l_s}{a}$$

$$L = l'_p + l''_p = 2l_z + \Sigma (l_a + l_n) + \frac{3l_s}{a}$$

Przeciętna długość półkursu $L' = \frac{L}{a} = \frac{a+1}{2a} l_s + (l_a + l_h) \frac{x}{2} + l_z$. Symbol x we wzorze oznacza liczbę grup wagonowych (jeden wagon na dany kierunek stanowi też grupę wagonową).

Długość półkursu rozrządzania ustala się na podstawie długości drogi przebiegu ostatniego odprzęgu $l''' = l'''_h + l'''_z + l'''_w$, a następnie poprzednich odprzęgów. Po ustaleniu tych długości oblicza się czas trwania całego rozrządzania, tak samo jak dla rzutów zwykłych. Długość toru wyciągowego musi odpowiadać liczbie przewidywanych rzutów dla danej długości składu lub części składu:

$$L_w \geqslant \frac{l_s}{a} + l_m + \Sigma (l_s + l_h),$$

gdzie:

l_s — długość składu,

a — liczba odprzęgów,

l_m — długość lokomotywy manewrowej,
l_a — długość rozpędu lokomotywy manewrowej,
l_h — długość hamowania lokomotywy manewrowej.

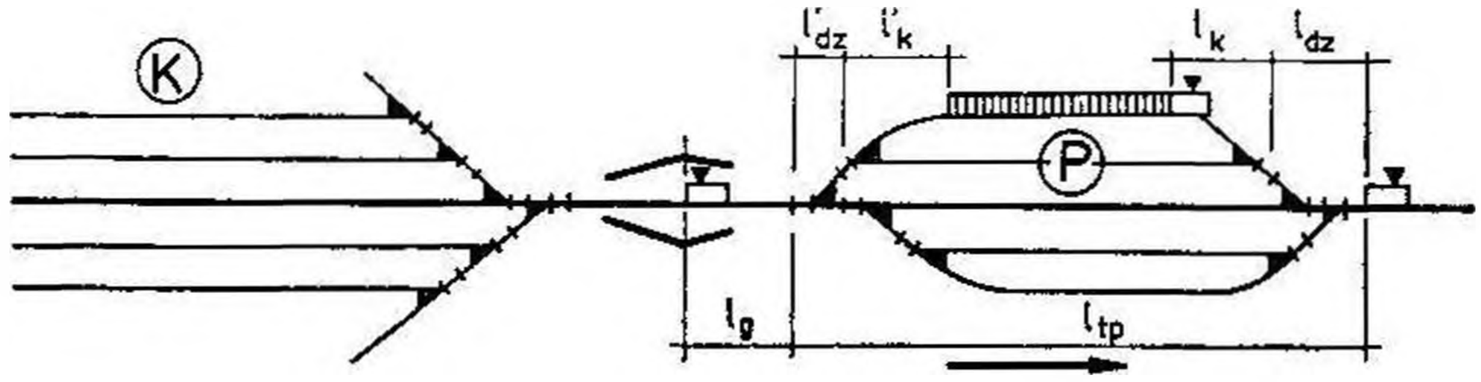
9.5. Rozrządzanie składów pociągowych przy wykorzystaniu siły ciężkości

Ruchy manewrowe lokomotywy manewrowej zależą od usytuowania grupy przyjazdowej względem grupy kierunkowej:

a — przy układzie równoległym (poprzecznym) występują czasy:
t_1 — przebieg (kurs) luzowy z grzbietu górki na tory przyjazdowe (do składu wagonowego oczekującego na rozrządzanie),
t_p — przebieg (półkurs) przestawczy z torów przyjazdowych na tor wyciągowy,
t_w — przebieg (półkurs) wpychania wagonu na grzbiet górki oraz
t_r — spychanie odsprzęgów z grzbietu górki czyli (rozrzucanie) sortowanie:

b — przy układzie podłużnym:
t_1 — przebieg (kurs) z grzbietu górki do końca składu na torach przyjazdowych,
t_w — wpychanie składu bezpośrednio na górkę (półkurs) oraz
t_r — spychanie odprzęgów z górki (rozrzucanie — sortowanie)

Rozrządzanie pociągów na stacjach mających górkę rozrządową przeprowadza się zwykle pełnymi składami pociągowymi, co pozwala na jeden przebieg luzowy lokomotywy manewrowej.



9.10. Długości i czasy trwania ruchów manewrowych, poprzedzających właściwe rozrządzanie

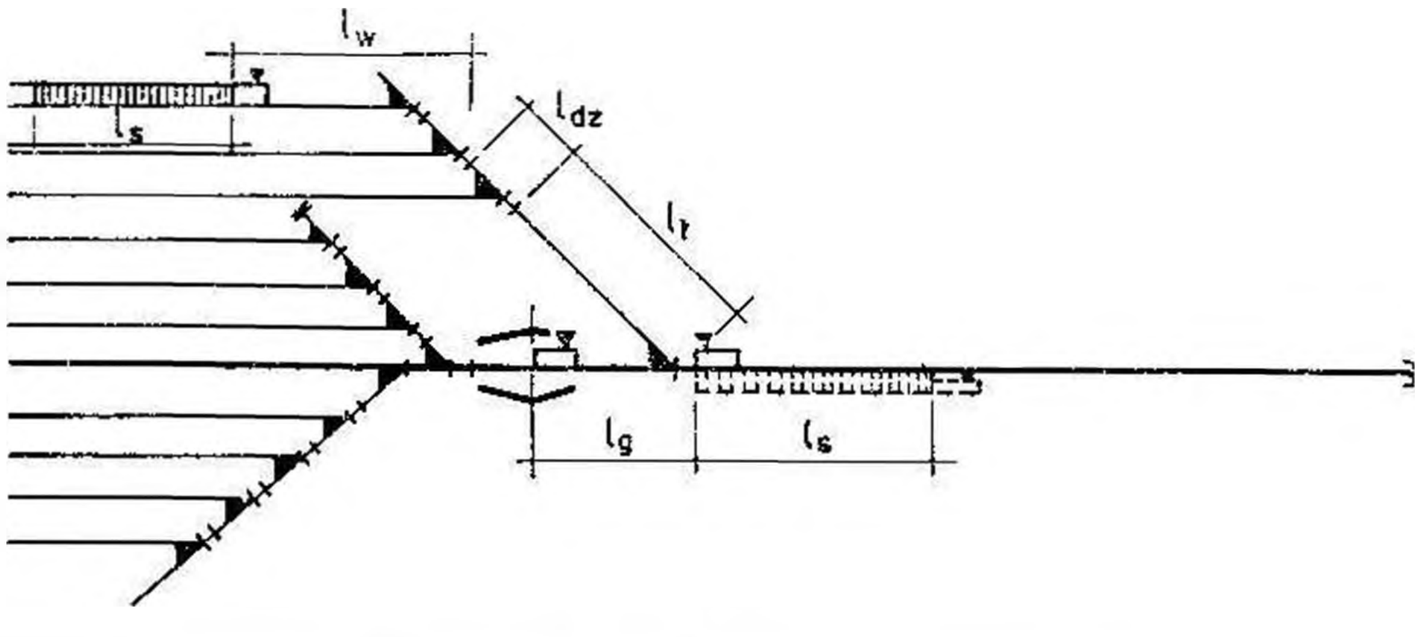
Długości i czasy trwania ruchów manewrowych, poprzedzających właściwe rozrządzanie przedstawiono na rysunku 9.10.

Długość kursu luzowego $l_1 = \underbrace{l_g + l_{tp}}_{\text{I półkurs}} + \underbrace{l_{dz} + l_k}_{\text{II półkurs}}$,

gdzie:

l_g — odległości grzbietu górki od rozjazdu toru komunikacyjnego lub przyjazdowego, po którym jedzie lokomotywa manewrowa,
l_{tp} — długość toru przejazdu,
l_{dz} — długość drogi zwrotnicowej,
l_k — odległość końcowego wagonu składu od ostatniej zwrotnicy drogi zwrotnicowej

Długość półkursu wpychania $l = l'_k + l'_{dz} + l_g$ przy układzie poprzecznym pokazano na rysunku 9.11.



9.11. Długości półkursu wypychania przy układzie poprzecznym

Długość kursu luzowego $\underbrace{l_1 + l_g}_{\text{I półkurs}} + \underbrace{l_l + l_{dz} + l_w}_{\text{II półkurs}}$,

gdzie:

l_g — odległość grzbietu górki od zwrotnicy łączącej tor wyciągowy z grupą torów przyjazdowych,

l_l — długość łącznicy

Długość kursu przestawczego $l_p = l_w + l_{dz} + l_l + l_s$.

Długość półkursu wpychania $l_{wp} + l_g + l_s$.

Mając ustalone długości kursów i półkursów poszczególnych przejazdów, określa się czas ich przejazdu zgodnie z poprzednimi zasadami. Łączny czas rozrządzania jest na ogół większy przy układzie równoległym aniżeli przy podłużnym.

9.6. Dynamika toczenia się odprzęgów pod wpływem siły ciężkości

Na **energię kinetyczną** E_k [J] odprzęgów wagonowych poruszających się po torze składa się:

— energia kinetyczna masy m_w [kg] odprzęgu poruszającego się po torze z prędkością v [m/s]:

$$\frac{m_w \cdot v^2}{2} \qquad [J]$$

— energia kinetyczna mas obracających się zestawów kołowych, wynosząca dla każdego zestawu:

$$\frac{\mathcal{J}_o \cdot w^2}{2} \qquad [J]$$

gdzie:

$\mathcal{J}_o$ — moment bezwładności masy zestawu względem osi obrotu [kgm^2],

w — prędkość kątowa [rad/s]

184 Całkowita energia kinetyczna odprzęgu o n_z zestawach wynosi więc

$$E_k = \frac{m_w \cdot v^2}{2} + n_z \frac{J_o \cdot w^2}{2} \qquad [J]$$

Ponieważ prędkość kątową toczącego się zestawu kołowego o promieniu tocznym kół r [m] można wyrazić przez prędkość odprzęgu

$$w = \frac{v}{r} \qquad [rad/s]$$

zatem

$$E_k = \left(m_w + \frac{n_z J_o}{r^2} \right) \frac{v^2}{2}$$

Można więc uważać, że bezwładność mas obracających się zwiększa masę odprzęgu o $\delta/100\%$

$$E_k = \frac{m_w \cdot v^2}{2} (1 + \delta) \qquad [J]$$

gdzie:

$$\delta = \frac{n_z \cdot J_o}{m_w \cdot r^2}$$

Wartość współczynnika zwiększenia masy odprzęgu oblicza się na kolejach SŻD według wzoru:

$$\delta = \frac{420 \cdot n_z}{m_w}$$

Wzór ten odpowiada założeniu, że wartość energii kinetycznej obracających się zestawów jest w przybliżeniu równa energii kinetycznej tych samych zestawów poruszających się ruchem postępowym.
Wówczas

$$\delta = \frac{n_z \cdot m_o}{m_w}$$

gdzie:
m_o — masa obręczy kół jednego 5 zestawu [kg]
Wzór taki stosuje się na kolejach DB. Jeżeli przyjąć $m_o = 420$ kg otrzymuje się wzór stosowany na kolejach SŻD. W publikacjach zaleca się najczęściej przyjmować $\delta = 0{,}06$. Wartość ta pochodzi ze starszych źródeł niemieckich i odpowiada wartościom $n_z \cdot m_o = 1000$ kg, $m_w = 16700$ kg. W przypadku odprzęgów próżnych współczynnik δ przybiera oczywiście większe wartości, w przypadku odprzęgów ładownych — mniejsze.
Ponadto na wartość współczynnika ma również wpływ stopień zużycia obręczy, zmniejszający ich masę. Koleje DB przyjmują najczęściej dla odprzęgów ładownych $\delta = 0{,}031$, dla próżnych $\delta = 0{,}095$. Według badań H. Königa dla 60% odprzęgów kolei szwajcar-

skich wartość δ zmienia się w granicach 0,025 do 0,065, a skrajne wartości na wysokim poziomie ufności (0,999) wynoszą 0,017 i 0,098.

Na swobodnie toczący się odprzęg działają ponadto siły przyspieszające lub opóźniające jego ruch:

— składowa siły ciężkości, równoległa do osi toru,

— siły oporów ruchu, opóźniające ruch.

Jeżeli odprzęg stacza się po torze na spadku, składowa siła ciężkości zwiększa jego energię kinetyczną, a siły oporów ruchu energię tę pochłaniają. Ruch ustaje, gdy zostaje wyczerpany cały zapas energii kinetycznej: może to nastąpić tylko wówczas, gdy siły oporów ruchu przekraczają wartość składowej siły ciężkości.

Wartość składowej siły ciężkości równoległej do osi toru wynosi w przybliżeniu (dopuszczalnym również przy pochyleniach do $\alpha_p = 4° - \operatorname{tg}\alpha_0 \leqslant 0{,}070$ — występujących na stacjach rozrządowych):

$$\pm i \cdot m_w \cdot g_z \qquad [\mathrm{N}]$$

Znak + odnosi się do odprzęgów staczających się po spadku.

Znak − do odprzęgów toczących się po wzniesieniu.

Ruchowi odprzęgów stacyjnych toczących się swobodnie po torach przeciwstawiają się następujące opory:

— zasadnicze opory ruchu,

— opory powietrza,

— dodatkowe opory ruchu, w łukach i na rozjazdach.

Całkowite opory ruchu działające na odprzęg stanowią siłę skierowaną w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu o wartości:

$$-w \cdot m_w \cdot g_z \cdot \cos\alpha = -w \cdot m_w \cdot g_z \qquad [\mathrm{N}]$$

Wartość całkowitych zasadniczych oporów ruchu $(-w \cdot m_w \cdot g_z)$ zależy jednak nie tylko od masy odprzęgu, ale również od wielu innych czynników, takich jak konstrukcja i stan utrzymania łożysk liczba osi, a więc i łożysk, temperatura zewnętrzna, stopień zużycia obręczy kół, prędkość toczenia się odprzęgu, stan toru, a w szczególności szyn itp. Nie tylko zastąpienie łożysk ślizgowych łożyskami tocznymi zmniejsza zasadnicze opory ruchu, maleją one również podczas wyższych temperatur, a rosną podczas niskich temperatur, gdy zwiększa się lepkość smaru w łożyskach. Zmniejszenie oporów ruchu uzyskuje się m. in. przez zastosowanie toru bezstykowego — wobec zanikających wówczas oporów, występujących w czasie przejazdu kół przez złącze szynowe. Uwzględniając różnorodność konstrukcji wagonów znajdujących się w ruchu w określonym kraju, ich różny, zmieniający się stan techniczny, a także zmieniający się również w czasie i na poszczególnych odcinkach stan torów, należy sądzić, że współczynnik zasadniczych oporów ruchu (jednostkowe zasadnicze opory ruchu w_o) stanowi zmienną losową ciągłą. Do zmienności wartości współczynnika oporów przyczynia się jeszcze fakt, że część całkowitych oporów ruchu nie zmienia swej wartości wraz ze zmianą masy wagonu, a więc w miarę zwiększenia się masy ładunku maleje wartość współczynnika oporów ruchu odprzęgu. Opory powietrza powstają wskutek ciśnienia wywieranego na powierzchnię czołową odprzęgu, tarcia powietrza o ściany boczne oraz podciśnienia, powstającego w obszarze rozrzedzeń wywołanych ruchem odprzęgu.

186 Opór powietrza oblicza się według wzoru:

$$W_w \frac{\mathrm{dx}}{\mathrm{dt}} = \frac{c_k \cdot F\left(\frac{\mathrm{dx}}{\mathrm{dt}} \pm v_w\right)^2}{16\,G}$$

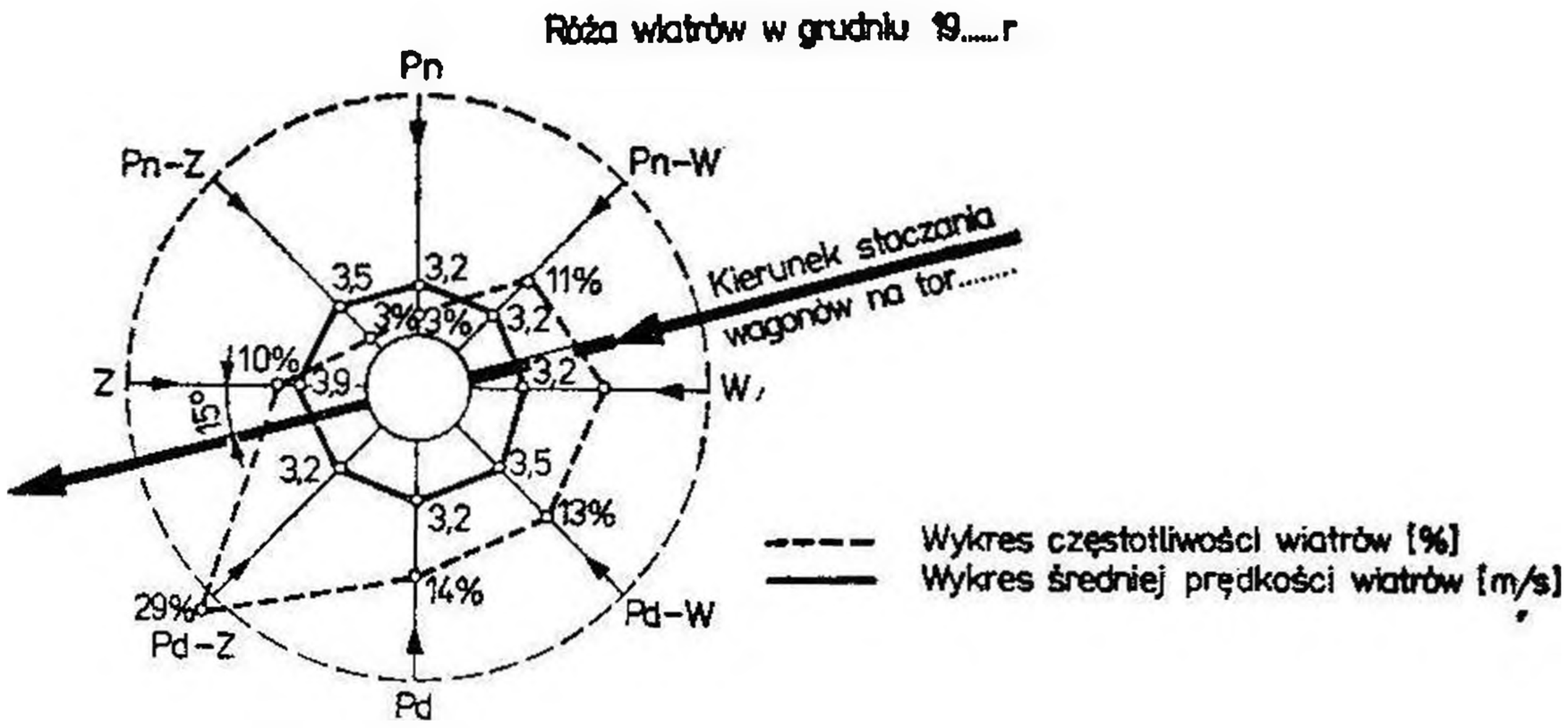
gdzie:

c — współczynnik oporu aerodynamicznego dla odprzęgu w przedziale k zmienności działania wiatru,

F — czynna powierzchnia czołowa odprzęgu,

G — całkowita masa odprzęgu · g (przyspieszenie ziemskie),

v_w — prędkość wiatru, styczna do kierunku ruchu odprzęgu w danym punkcie określona z tzw. róży wiatrów (rys. 9.12).



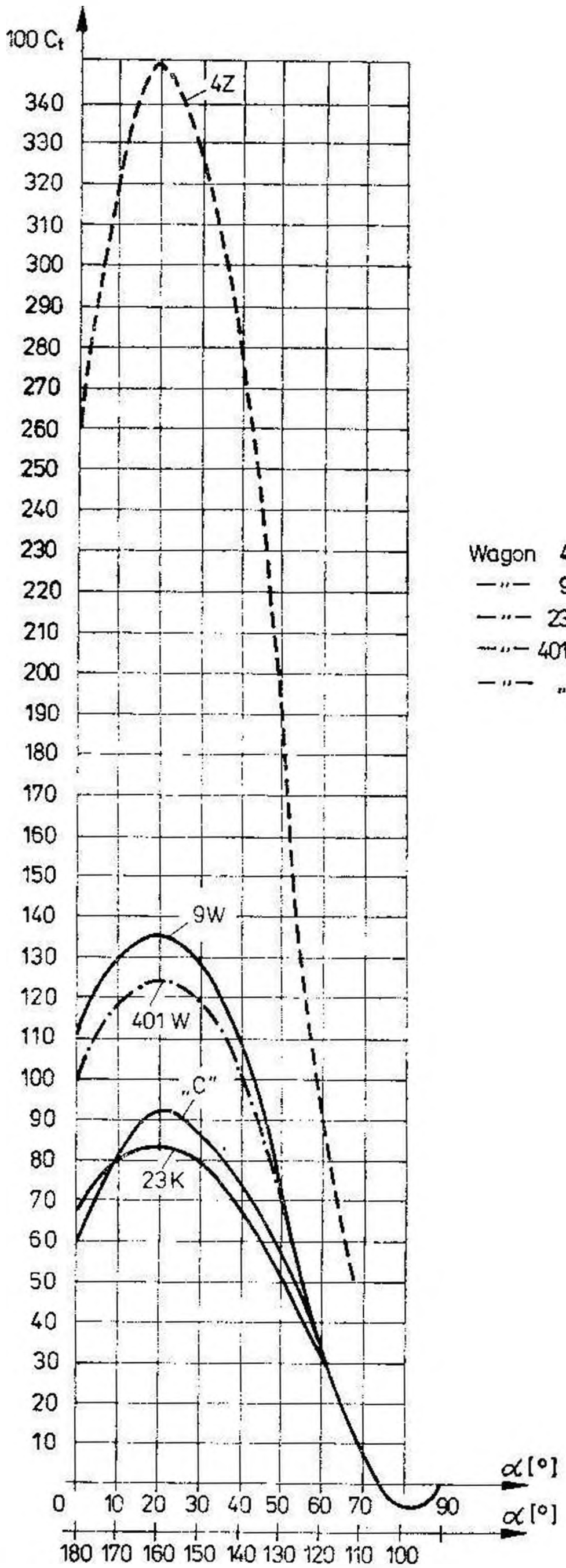
9.12. Róża wiatrów

Prędkość wiatru v_w (rzut wektora prędkości na kierunek ruchu odprzęgu) w danym punkcie drogi staczania jest zależna od kąta między kierunkiem działania wiatru z kierunkiem ruchu odprzęgu (β) oraz powietrza v_{pw}, którą przyjęto jako zmienną zależną od drogi (na ogół przyjmuje się zależność liniową o charakterze malejącym, ustalając największą wartość v_{pw} na wierzchołku górki rozrządowej).

Kąt działania wiatru β oraz współczynnik aerodynamiczny c_k również zmieniają się w czasie procesu staczania, ze względu na ciągłe zmiany zachodzące w planie drogi toczącego się odprzęgu. Współczynnik osiąga największe wartości, gdy kąt działania wiatru w stosunku do drogi wagonu wynosi ok. 30° (rys. 9.13).

Opór powietrza ma wartość dodatnią, a więc staje się siłą przyspieszającą wtedy, gdy prędkość wiatru osiąga wartość większą od prędkości chwilowej odprzęgu, przy zgodnym kierunku działania wiatru z kierunku ruchu odprzęgu, przy zgodnym kierunku działania wiatru z kierunku ruchu odprzęgu. Kierunek działania wiatru określa się znakiem prędkości (wiatr zgodny „−", przeciwny „+").

Dodatkowe opory ruchu w łukach powstają wskutek poślizgu: podłużnego kół, z których zewnętrzne odbywają dłuższą drogę niż wewnętrzne (osadzone sztywno na



9.13. Rozkład współczynnika oporu areodynamicznego dla wagonów

osiach), poślizgu poprzecznego przy stopniowej zmianie kierunku ruchu oraz wskutek najeżdżania przy tym zewnętrznych kół na szynę.

Na PKP stosuje się wzór na wartość współczynnika oporów ruchu w łukach

$$w_l = \frac{690}{1000R}$$

gdzie:

R — promień łuku [m],

Biorąc pod uwagę, że długość łuku o kącie środkowym φ^0

$$Ł = \frac{\pi \cdot R \cdot \varphi}{1800} \text{ [m]}$$

otrzymuje się jednostkową pracę w łuku długości $Ł$

$$w_l \cdot Ł = \frac{690}{1000R} \cdot \frac{\pi \cdot R \cdot \varphi}{180} \approx 0{,}012 \cdot \varphi \qquad \text{[m]}$$

Stąd wartość współczynnika oporów:

$$w_l = 0{,}012 \frac{\varphi}{Ł}$$

W przypadku wielu łuków o dowolnych promieniach, o łącznej długości toru w łukach $Ł$ [m] otrzymuje się średnią wartość współczynnika oporów ruchu w łukach:

$$w_{lśr} = 0{,}012 \frac{\Sigma\varphi}{Ł}$$

Według najnowszych badań (Heumann, G. Schramm), wartość współczynnika oporów ruchu w łukach zależy jednak od rozstawu a_r [m] osi wagonu lub wózka w wagonach 4-osiowych i wynosi

$$w_l = \frac{160\,a_r + 162}{1000R}$$

Dla wagonów 2-osiowych o rozstawie osi $a_r = 5{,}0$ m otrzymuje się $w_l = 962/1000R$, dla wagonów 4-osiowych o rozstawie osi wózka $a_r = 1{,}8$ m, $w_l = 450/1000R$. Stosowany na PKP wzór odpowiada więc w przybliżeniu średniej z obu tych wartości.

Według doświadczeń amerykańskich, można zmniejszyć opory ruchu w łukach o 45% do 50% przez smarowanie szyn.

Dodatkowe opory ruchu na rozjazdach powstają wskutek uderzeń kół na złączach szyn i na krzyżownicy oraz wskutek tarcia kół o kierownicę. Współczynnik tych oporów przyjmuje wartości w granicach:

$$w_r = 0{,}0005 \text{ do } 0{,}0010$$

na całej długości rozjazdu.

Przy przejeździe odprzęgu przez rozjazd długości około 27 m jednostkowa praca dodatkowych oporów ruchu wynosi więc średnio ok. 0,020 m.

W podanych wartościach współczynnika oporów ruchu przy przejeździe przez rozjazdy nie uwzględniono oporów w łuku toru zwrotnego, które należy obliczać jak dla wszystkich innych łuków.

Określenie wartości wszystkich sił, działających na swobodnie toczący się odprzęg, umożliwia wyznaczenie prędkości, które osiąga odprzęg w poszczególnych punktach swojej drogi.

Najczęściej występującym w praktyce przypadkiem jest ruch odprzęgu po spadku w kierunku pochylenia. Rozpatrzymy więc ruch odprzęgu o masie m_w [kg], staczającego się od punktu A do odległego od niego o 1 m punktu B — po torze ułożonym na spadku i.

W punkcie początkowym A odprzęg ma prędkość v_A, w punkcie docelowym B — prędkość v_B; po drodze działają na odprzęg opory ruchu o średniej wartości ich współczynnika $w_{śr}$.

W punkcie A energia kinetyczna odprzęgu:

$$E_{KA} = \frac{m_w \cdot v_A^2}{2} \cdot (1+\delta) \qquad [J]$$

Praca sił działających na odprzęg na drodze między punktami A i B wynosi:

$$A_Ł = (i - w_{śr}) \cdot m_w \cdot g_z \cdot l \qquad [J]$$

W punkcie B energia kinetyczna odprzęgu:

$$E_{KB} = \frac{m_w \cdot v_B^2}{2} \cdot (1+\delta) \qquad [J]$$

Z warunku zachowania energii mechanicznej wynika:

$$E_{KA} + A_Ł = E_{KB}$$

$$\frac{m_w \cdot v_A^2}{2}(1+\delta) + (i - w_{śr}) m_w \cdot g_z \cdot l = \frac{m_w \cdot v_B^2}{2}(1+\delta)$$

stąd

$$v_B = \sqrt{v_A^2 + 2g'(i - w_{śr}) \cdot l} \qquad [m/s]$$

gdzie:

$$g' = \frac{g_z}{1+\delta}$$

Równanie na zachowanie energii mechanicznej można również przedstawić w postaci

$$\frac{v_A^2}{2g'} + i \cdot l = w_{śr} \cdot l + \frac{v_B^2}{2g'} \qquad [m]$$

Ponieważ

$$i \cdot l = \Delta h_{AB}$$

zatem poprzednie równanie można również napisać w postaci:

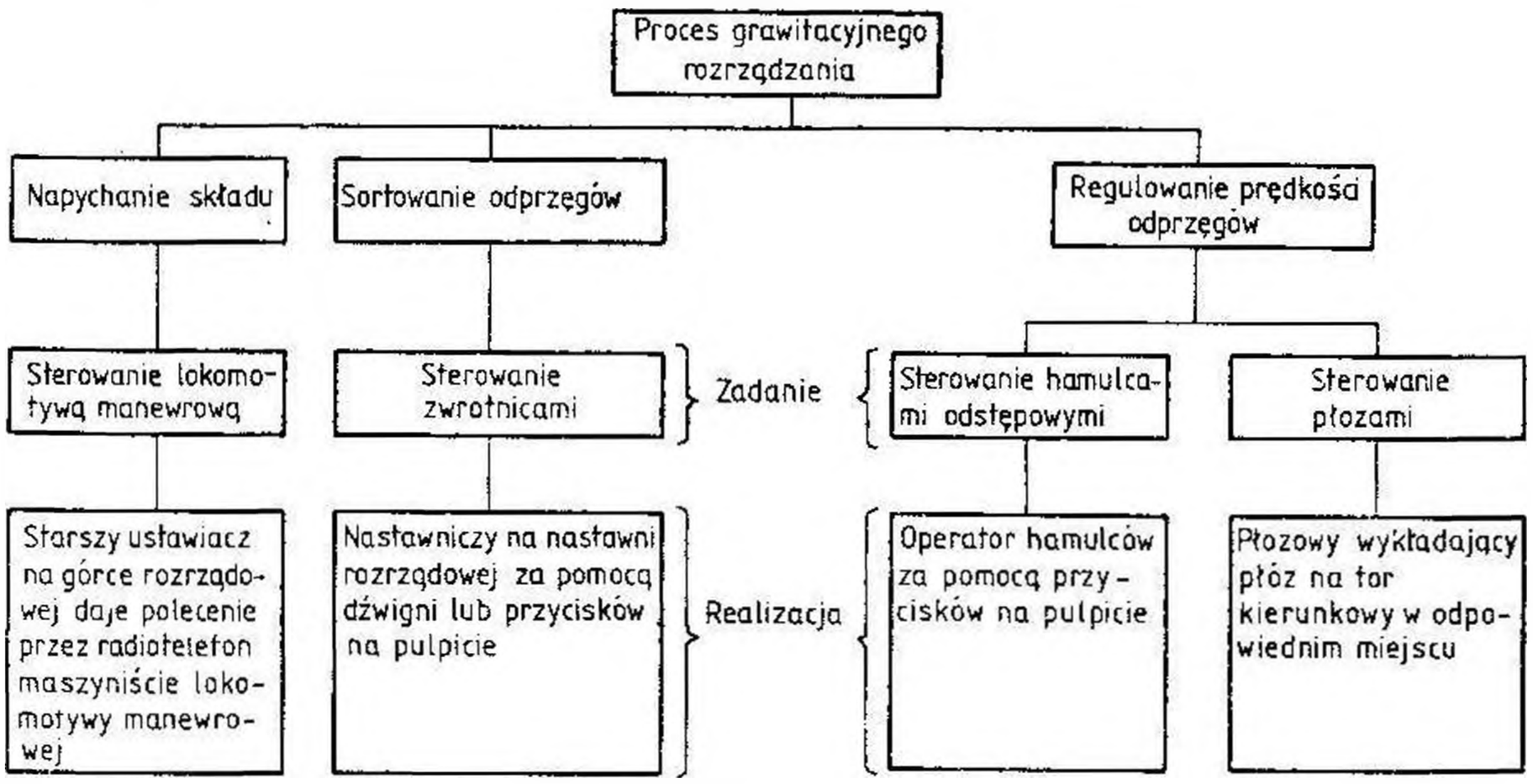
$$\frac{v_A^2}{2g'} + \Delta h_{AB} = w_{śr} \cdot l + \frac{v_B^2}{2g'} \qquad [m]$$

Wyrażenie typu $v^2/2g'$ określa energię kinetyczną przypadającą na jednostkę siły ciężkości mg_z działającej na odprzęg; określa się je jako wysokość energii kinetycznej, ponieważ ma ono wymiar długości.

9.7. Proces rozrządzania grawitacyjnego

Chcąc poznać otoczenie procesu hamowania, należy zapoznać się z procesem rozrządzania grawitacyjnego (rys. 9.14).

Skład pociągu przeznaczony do rozrządzania zostaje dosunięty za pomocą lokomotywy manewrowej do grzbietu górki rozrządowej, a następnie jest napychany na górkę z prędkością 0,8–1,4 m/s. Staczające się odprzęgi wagonowe rozdziela się na poszczególne



9.14. Proces grawitacyjnego rozrządzania

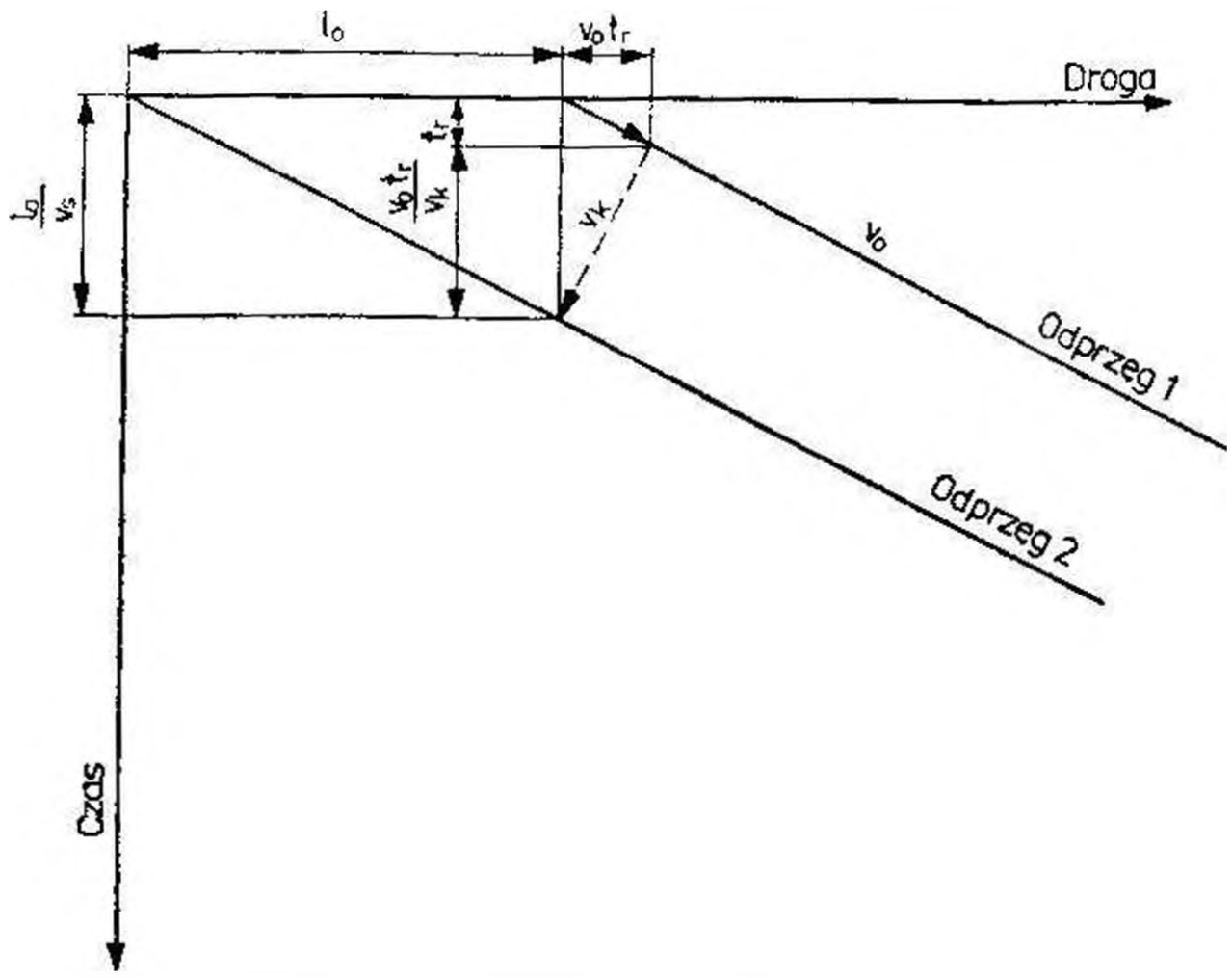
tory kierunkowe za pomocą odpowiednio ułożonych dróg zwrotnicowych. Prędkość staczających odprzęgów jest regulowana na głównych stacjach rozrządowych PKP na pierwszej pozycji hamowania za pomocą hamulców torowych i na drugiej pozycji za pomocą płozów hamulcowych lub hamulców.

Po zakończeniu napychania, następuje dopychanie odprzęgów rozrządzanego składu na torach kierunkowych do odprzęgów znajdujących się tam już uprzednio.

9.8. Warunki określające prędkość spychania odprzęgów

Osiągalna prędkość spychania wagonów z górki jest w pierwszym rzędzie uwarunkowana możliwą do uzyskania prędkością ich rozprzęgania.

Przy wagonach ze sprzęgami samoczynnymi można osiągać $v_o = 2{,}5$ m/s. Niezależnie od ograniczeń, wynikających z osiągalnej prędkości rozprzęgania, prędkość spychania — jednoznaczna z początkową prędkością staczania — nie może być zbyt wielka ze względu na warunki prawidłowego i bezpiecznego staczania się odprzęgów.



9.15. Zależność między czasem a drogą manewrowego rozprzęgającego wagony na górce rozrządowej

Jeżeli rozprzęganie odbywa się na górce, a rozprzęgnięcie jednego sprzęgu wymaga czasu t_r [s], to manewrowy musi to uczynić, idąc z prędkością v_o [m/s] i odbywając przy tym drogę l_{otr} [m]. Po odprzęgnięciu pierwszego odprzęgu manewrowy musi powrócić na swoją pozycję wyjściową, najpóźniej w takim momencie; aby mógł odprzęgnąć następny odprzęg. Jeżeli długość odprzęgu wynosi m to w czasie l_o/v_o [s] manewrowy musi odprzęgnąć go w okresie t_r [s] i przejść drogę powrotną l_{otr} [m] z określoną prędkością v_K [m/s]. Z równania (rys. 9.15)

$$\frac{l_o}{v_o} \cdot t_r + \frac{l_{otr}}{v_K} \qquad [s]$$

otrzymuje się

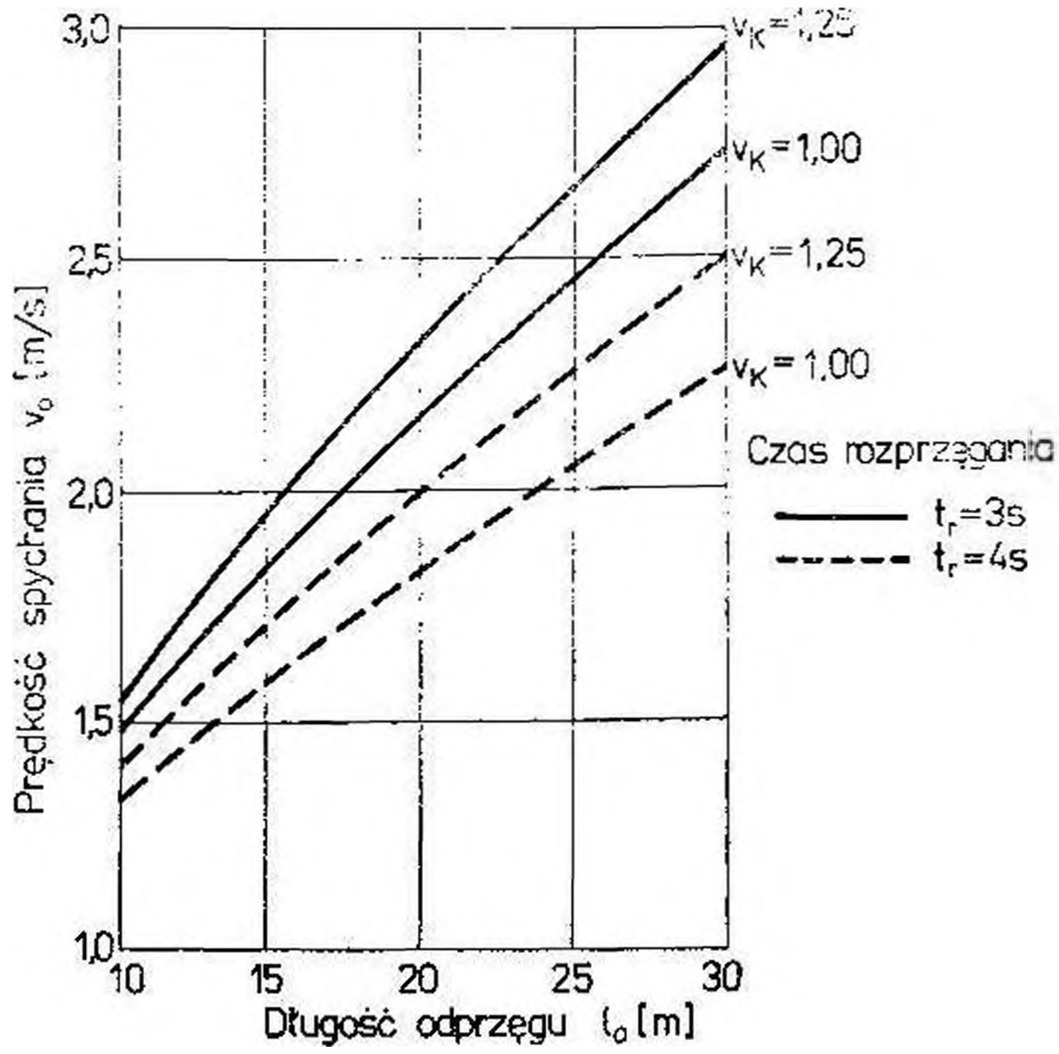
$$v_{o\max} = -\frac{v_K}{2} + \sqrt{\frac{v_K^2}{4} + \frac{v_K \cdot l_o}{t_r}} \qquad [m/s]$$

Jeżeli wagony są wyposażone w sprzęgi śrubowe, a sprzęgi te zostały już uprzednio zluzowane na torze przyjazdowym, to czas rozprzęgania można ograniczyć do $t_r = 3$ do 4 s, otrzymuje się wówczas przy $v_K = 1{,}00$; 1,25 m/s wykres teoretycznie osiągalnych prędkości spychania, zależny od długości odprzęgu przedstawiony na rysunku 9.16.

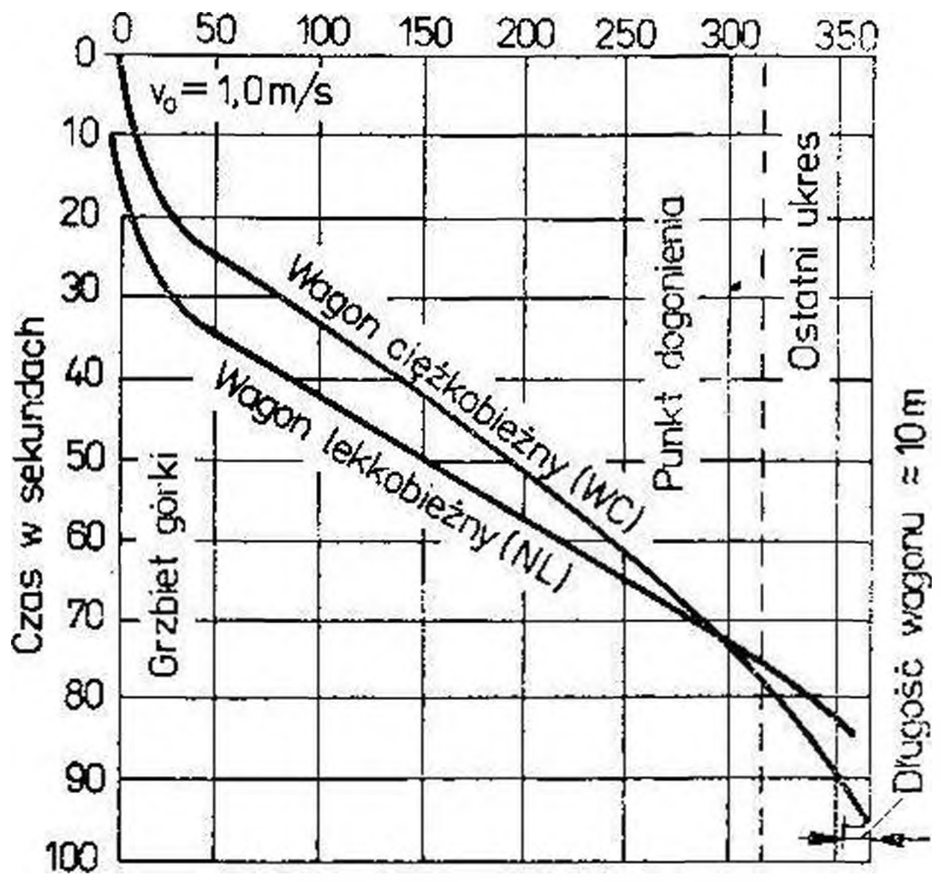
E. Massute twierdzi jednak, że przez dłuższy czas manewrowy nie może nadążyć z rozprzęganiem przy $v_o \geqslant 1$ m/s, natomiast chwilowo można osiągnąć $v_o = 1{,}5$ m/s. Na ogół jednak przy sprzęgach śrubowych prędkość spychania wynosi 1,2 do 1,4 m/s. Jednocześnie nie stosuje się prędkości mniejszej niż 0,6 m/s.

Na PKP zaleca się według R-34 „Instrukcja o pracy manewrowej" — utrzymywać prędkość spychania odprzęgów w granicach 0,8–1,4 m/s.

W czasie staczania się wagonów z górki ich prędkość osiąga największą wartość u jej podnóża, aby następnie stopniowo maleć; wynika to choćby z wykresu linii wysokości



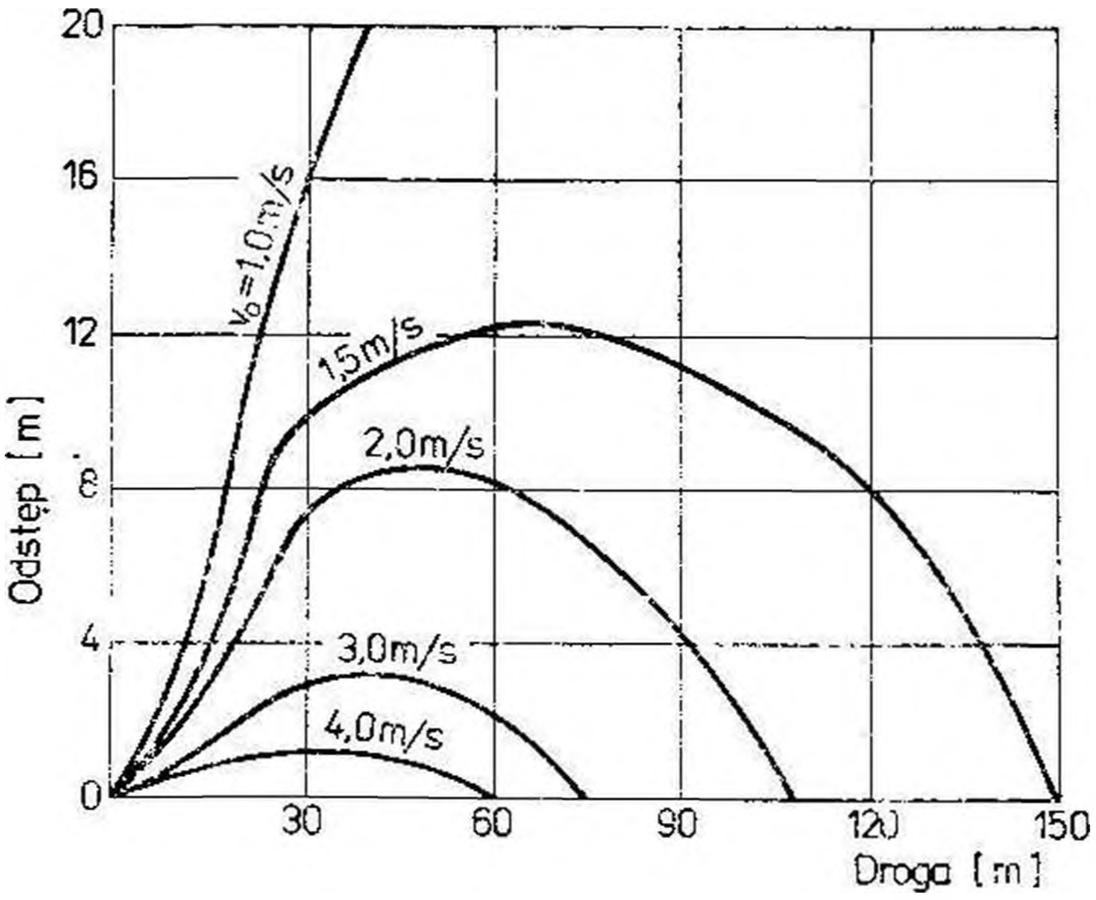
9.16.
Wykres teoretycznie osiągalnych prędkości spychania wagonów



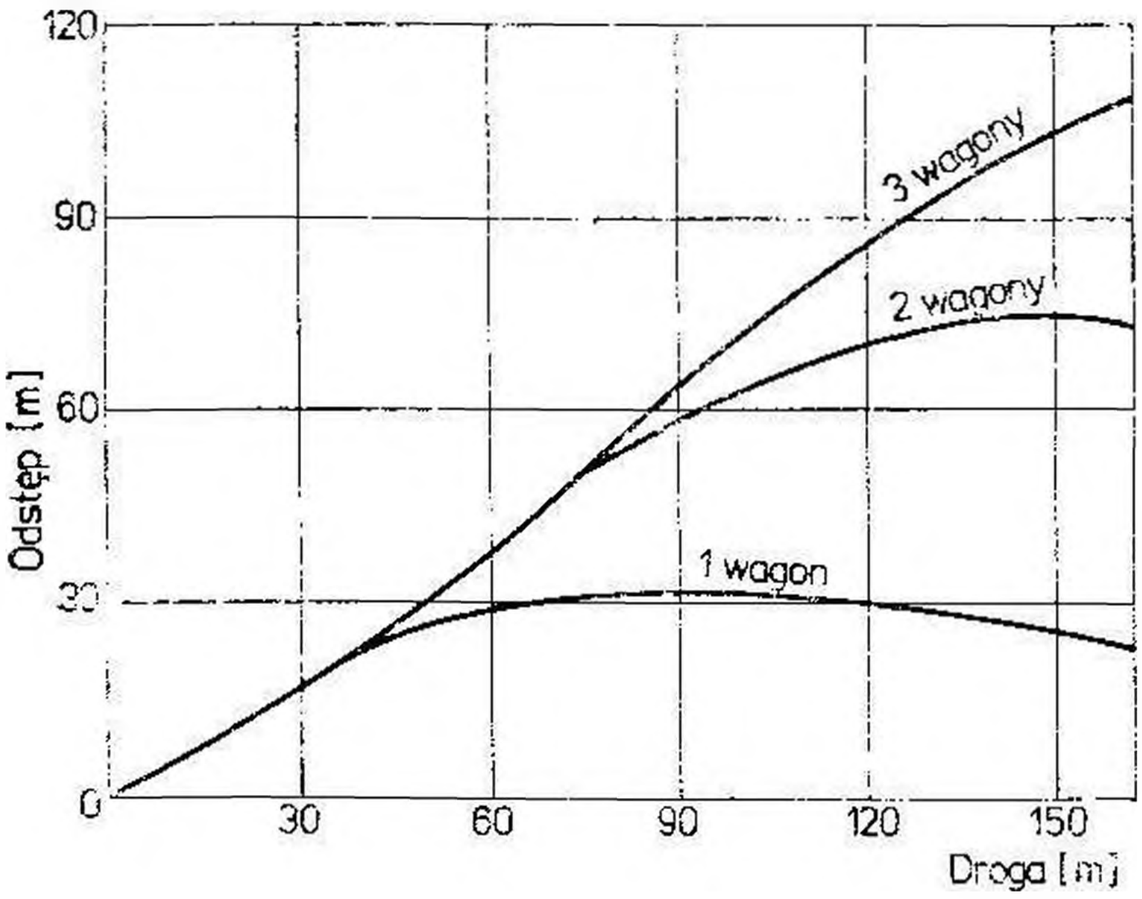
9.17.
Zależność między czasem i drogą dla staczających się z górki rozrządowej wagonów lekkobieżnych i ciężkobieżnych

energii kinetycznej i profilu górki. Wagony lekkobieżne mogą przy tym osiągać większe prędkości i doganiać staczające się przed nimi wagony ciężkobieżne, ze względu na większy nadmiar składowej siły ciężkości nad oporami ruchu (rys. 9.17). Podobnie zbyt silnie zahamowane wagony lekkobieżne mogą być doganiane przez ciężkobieżne. Odstęp między odprzęgami ulega więc zmianom podczas staczania się.

Niezależnie od tego, przy nie zmieniających się pozostałych warunkach, odstępy między odprzęgami przybierają różne wartości, zależnie od początkowej prędkości ich spychania, a także od liczby wagonów w odprzęgach. Przykład przedstawiony na rysunku 9.18 uwidacznia, jak kształtuje się odstęp między tylnym zderzakiem staczającego się po spadku 0,040 wagonu ciężkobieżnego a przednim zderzakiem toczącego się za nim również swobodnie — wagonu lekkobieżnego, zależnie od początkowej prędkości. Wraz ze wzrostem tej prędkości odstęp między wagonami maleje, ponieważ wpływ przyspieszenia uzyskiwanego dzięki staczaniu się po spadku staje się coraz mniejszy. Wpływ liczby



9.18.
Wpływy prędkości spychania odprzęgów na odstęp między wagonem lekkobieżnym a ciężkobieżnym



9.19.
Wpływ liczby wagonów w odprzęgach na odstęp między nimi

wagonów w odprzęgu na kształtowanie się odstępu między wagonami przedstawiono na rysunku 9.19. Jeżeli jest ustalona minimalna wartość odstępu między wagonami, a zarazem największa prędkość spychania wagonów z górki, to prędkość ta zwiększa się wraz z długością odprzęgów.

Minimalne, o określonej wartości odstępy między wagonami muszą być zachowane:

— przy przechodzeniu wagonów przez zwrotnice, które muszą być przestawione: zbyt mały odstęp może uniemożliwić przestawienie;

— przy przechodzeniu wagonów przez hamulce torowe pomostowe: zbyt mały odstęp może uniemożliwić rozwarcie lub zwarcie szczęk hamulca lub samodzielnie sterowanej jego sekcji;

— przy mijaniu ukresu rozjazdów przez wagony kierowane na tych rozjazdach na różne tory: wagony jadące w zbyt małym odstępie mogą najechać na siebie.

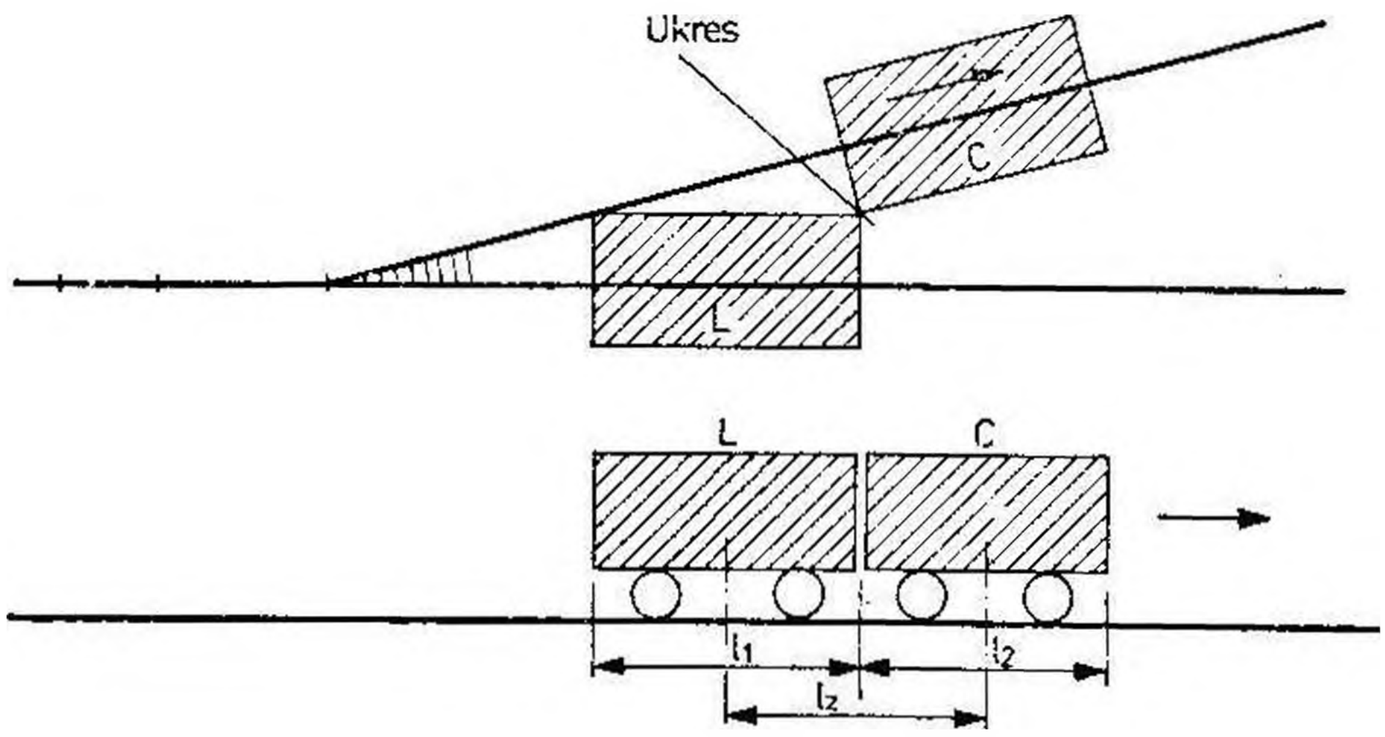
Jeżeli chodzi o przechodzenie przez zwrotnice i mijanie ukresów, to dotychczas sprawdzano wartość odstępu między wagonami dla pierwszego i ostatniego rozjazdu strefy rozgałęźnej na najdłuższej (najkorzystniejszej) drodze przejazdu, zakładając przy tym,

że za wagonem ciężkobieżnym podąża wagon lekkobieżny, oba charakteryzujące się skrajnymi wartościami podstawowych jednostkowych oporów ruchu. Na pierwszej zwrotnicy odstęp między wagonami może być jeszcze niedostateczny, na ostatniej — już zbyt mały wskutek doganiania wagonu ciężkobieżnego przez lekkobieżny.

Już jednak w 1927 roku stwierdził F. Wagner, że w 64% przypadków staczające się po sobie odprzęgi rozdzielają się już na pierwszym rozjeździe; tylko ok. 1% odprzęgów przechodzi przez jeden i ten sam ostatni rozjazd. Również w wyniku symulacji pracy określonej stacji rozrządowej o 32 torach kierunkowych E. Graasmann i N. Herbermann uzyskali podobny wynik: przy średniej liczbie 1,26 wagonów w odprzęgu drogi przebiegu 50,8% odprzęgów rozdzielały się już na pierwszym rozjeździe, tylko 3,5% — na ostatnich rozjazdach. W czasie obserwacji, przeprowadzonych u nas na stacji rozrządowej Warszawa–Odolany, stwierdzono, że 7,2% odprzęgów rozdziela się tam na poprzednich rozjazdach, a tylko 4,8% — na ostatnich.

Jednocześnie badania M. E. Hawary'ego i współautorów wykazały, że prawdopodobieństwo, aby wartości współczynnika zasadniczych oporów ruchu dwu kolejno po sobie staczających się wagonów różniły się od siebie o 0,0025 lub więcej wynosi zaledwie 0,055 — oczywiście w warunkach przeprowadzonych badań. Na kolejach DB w przypadku spotkania się wagonu ciężkobieżnego ze staczającym się za nim lekkobieżnym przyjmuje się obliczeniową wartość tej różnicy 0,0028; prawdopodobieństwo pojawienia się takiej wartości lub większej wynosiłoby 0,04.

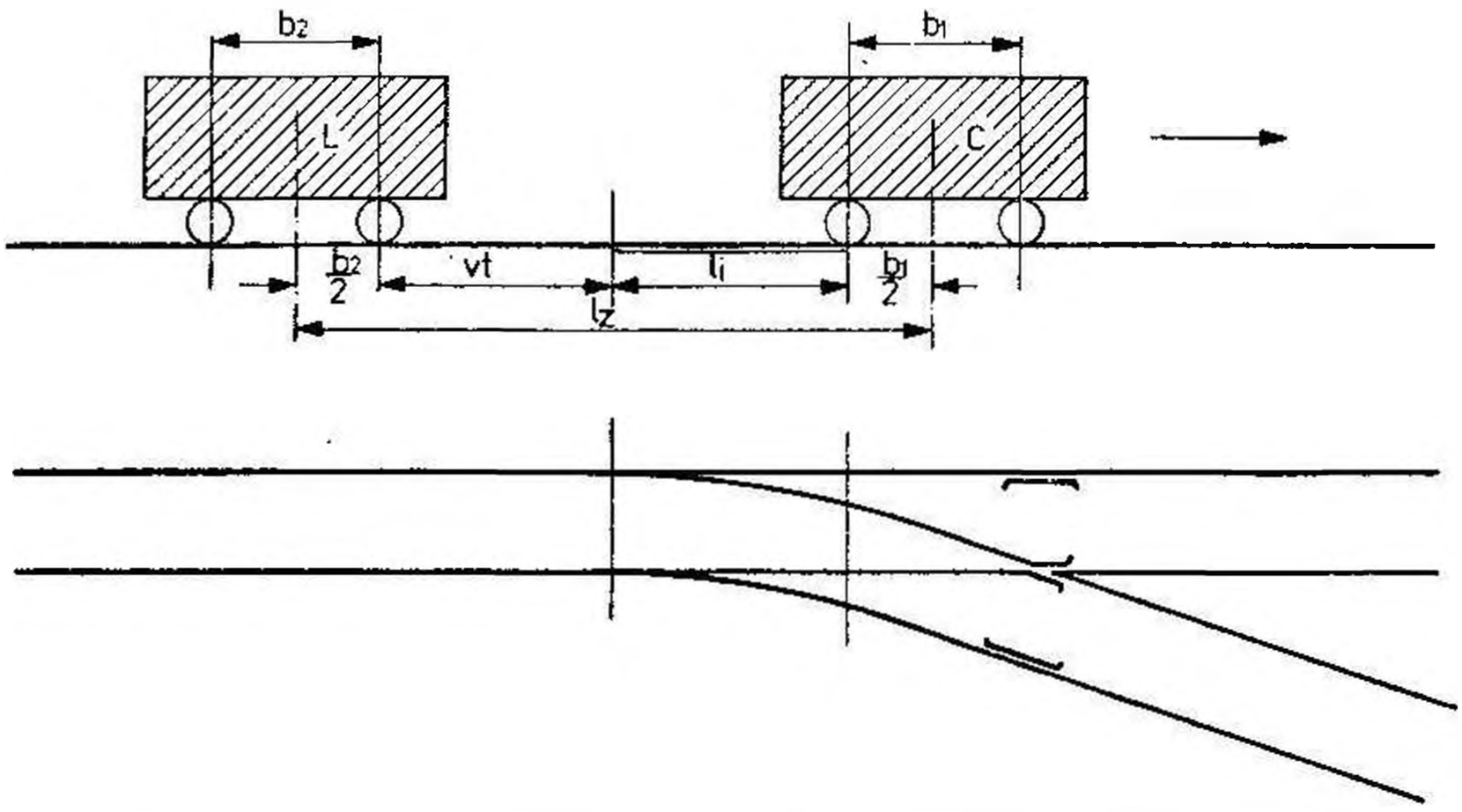
Jak z tego wynika, w warunkach przeprowadzonych badań prawdopodobieństwo, że dwa kolejne wagony rozdzielą się na ostatnim rozjeździe i że będą to wagony o wartościach współczynników zasadniczych oporów różniących się o 0,0028 lub więcej, wynosi zaledwie 0,01 do $0{,}04 \times 0{,}04 = 0{,}0004$ do 0,016. Jest sprawą dyskusyjną czy stację rozrządową należy istotnie projektować z uwzględnieniem tak rzadkich niekorzystnych przypadków. Wydaje się że podejmując decyzję w tej sprawie, należy uwzględnić dwie przesłanki; pierwsza z nich, to ocena następstw, jakie może pociągnąć za sobą dogonienie wagonu ciężkobieżnego przez lekkobieżny w obrębie ostatniego rozjazdu, druga — to bezwzględna oczekiwana liczba takich wypadków np. na dobę. Jak z tego wynika, wymagania powinny być ostrzejsze w odniesieniu do stacji o większej liczbie przerabia-



9.20. Długość obliczeniowa (L_z) odcinka zajętego przy mijaniu przez wagony ukresu

nych pociągów, gdzie tej samej przewidywanej względnej liczbie wypadków dogonienia wagonów odpowiada większa liczba bezwzględna.

Wagon zjeżdżający ostatnim zestawem kołowym z iglic zwrotnicy czy hamulca, albo mijający ukres, zajmuje pewien odcinek, na którym nie może w tym momencie znaleźć się następny wagon. Długość tego odcinka mierzy się odległością między środkami ciężkości wagonów w krytycznym momencie.



9.21. Długość obliczeniowa (L_z) odcinka zajętego przy mijaniu ręcznie przestawionej zwrotnicy przez rozdzielające się wagony

W najprostszym przypadku mijania przez wagony ukresu rozjazdu długość zajętego odcinka L_z jest równa średniej długości obu wagonów (rys. 9.20) $L_z = (l_1 + l_2)/2$. W przypadku mijania zwrotnicy przestawianej na miejscu ręcznie lub zdalnie mechanicznie, na długość zajętego odcinka L_{1z} składa się (rys. 9.21):

— średni rozstaw skrajnych osi obu wagonów, tj. $(b_1 + b_2)/2$ [m],

— długość iglicy l_i [m],

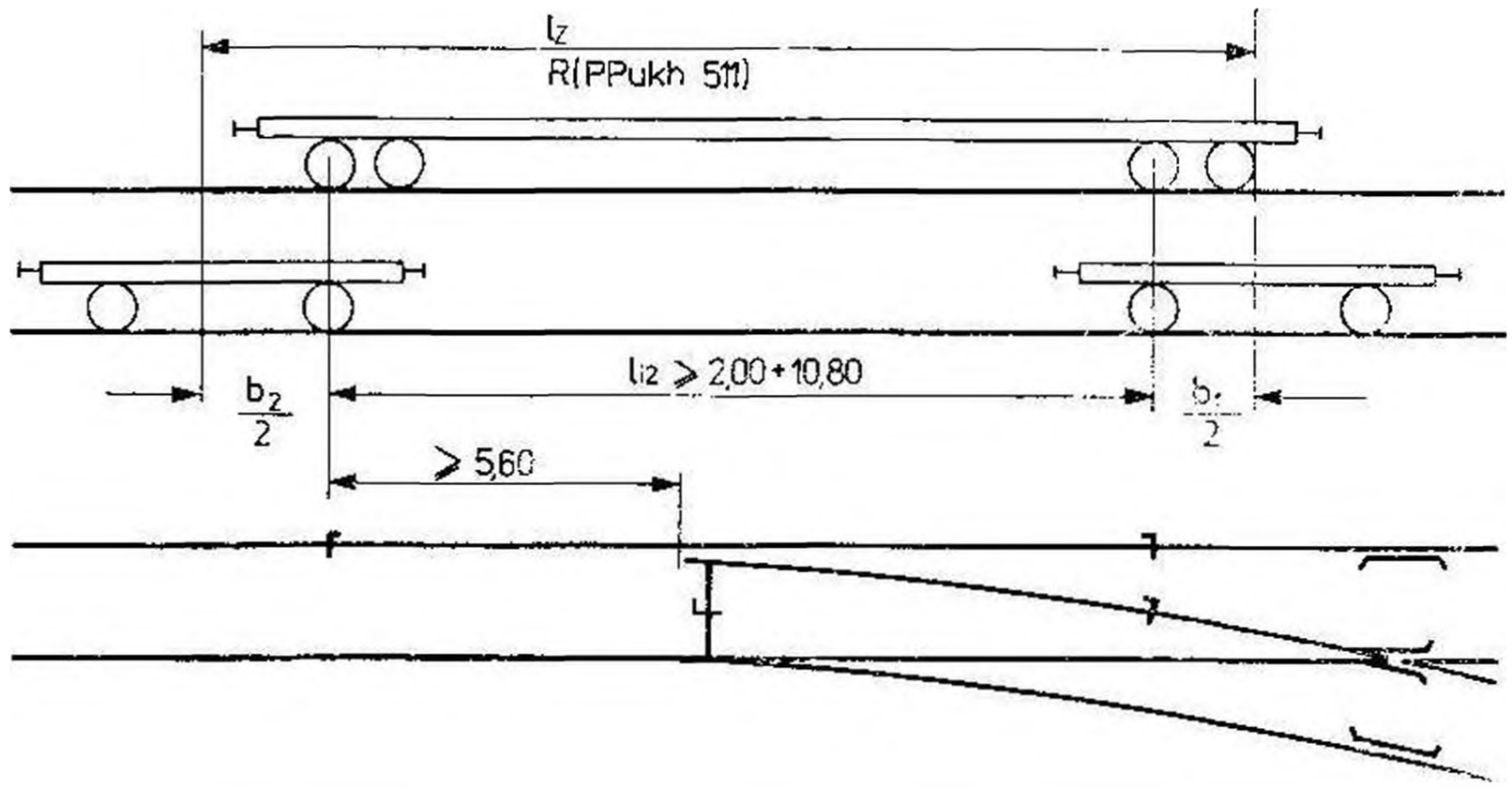
— droga, którą przejedzie wagon, tocząc się z prędkością v [m/s] w czasie potrzebnym na reakcję pracownika i przestawienie zwrotnicy t [s].

Razem długość odcinka:

$$L_z = (b_1 + b_2)/2 + l_i + v \cdot t \qquad [\text{m}]$$

Przestawienie zwrotnicy na miejscu za pomocą ręcznego napędu wymaga czasu $t = 0{,}5$ do 1,0 s zdalnie za pomocą napędu mechanicznego w zależności od rodzaju pędni — $t = 1{,}5$ do 3,0 s, za pomocą napędu elektrycznego lub elektropneumatycznego — $t = 0{,}7$ s łącznie z czasem włączenia.

Na długość odcinka zajętego przez wagon przejeżdżający przez automatycznie sterowaną zwrotnicę lub hamulec pomostowy, składa się średni rozstaw skrajnych osi tego i toczącego się za nim wagonu oraz długość odcinka izolowanego l_{iz} lub — w nowszych rozwiązaniach — odległość między licznikami osi (rys. 9.22). Niezbędna długość odcinka izolowanego z warunku, aby w każdym przypadku znalazły się na nim, co najmniej,



9.22. Długość obliczeniowa (L) odcinka zajętego przy mijaniu automatycznie sterowanej zwrotnicy

dwie osie wagonu. Największy rozstaw wewnętrznych osi 4-osiowych wagonów PKP wynosi 10,80 m (wagony R — dawne PPukh 511); aby w obrębie odcinka izolowanego — przy przejeżdżaniu tych wagonów — znajdowały się zawsze, co najmniej dwie osie, długość odcinka musi wynosić, co najmniej, 10,80+2,00 = 12,80 m, gdzie 2,00 m — rozstaw osi wózka. Należy jednak uwzględnić fakt, że poprzez sieć PKP przejeżdżają również wagony innych zarządów kolei, które mogą mieć większy rozstaw wewnętrznych osi, np. na kolejach DR do 14,70 m. Jeżeli chodzi o liczniki osi, to nie może zaistnieć sytuacja, w której osie pierwszego wózka wagonu 4-osiowego znalazłyby się poza drugim licznikiem, a osie drugiego wózka — przed pierwszym licznikiem. Odległość między licznikami musi być większa niż największy rozstaw wewnętrznych osi/10,80 m.

Pierwszy styk odcinka izolowanego lub pierwszy licznik osi muszą znajdować się co najmniej, w takiej odległości przed ostrzami iglic, aby nie zachodziła obawa, że koła szybko toczącego się wagonu znajdą się w obrębie iglic w czasie ich przestawiania. To samo dotyczy szczęk hamulca pomostowego. Czas samoczynnego przestawiania zwrotnicy o napędzie szybkobieżnym wynosi 0,4 do 0,8 s, czas samoczynnego przestawiania szczęk hamulca waha się w granicach od 0,3 do 1,5 s. Przy największej praktycznie możliwej prędkości wagonu 8,0 m/s, pierwszy styk odcinka izolowanego lub licznik osi powinny znajdować się, co najmniej $8{,}0 \times 0{,}8 = 6{,}4$ m przed ostrzami iglic.

Koleje DB stosują odcinki izolowane o długości 14 m. Powoduje to konieczność zachowania odstępu 20 m między środkami ciężkości normalnych dwuosiowych wagonów o rozstawie osi 6 m, przy ich przejeżdżaniu przez odcinki izolowane. Zmniejszenie tego odstępu pozwoliłoby znacznie zwiększyć prędkość spychania; w tym też kierunku zmierzają prace konstruktorów.

Prędkość spychania wagonów z górki może wymagać ograniczenia, również ze względu na to, że odprzęgi nie mogą mieć nadmiernej prędkości przy wtaczaniu się na hamulce torowe, zarówno pomostowe (8,5 m/s), jak i na płozy hamulcowe oraz przy dobieganiu do wagonów już stojących na torach kierunkowych.

Również przy ręcznym podkładaniu płozów hamulcowych, powstają ograniczenia pręd-

kości spychania wagonów z górki, wynikające z dopuszczalnej prędkości poruszania się płozowego. Po podłożeniu płozu musi on mieć dość czasu, aby wybiec naprzeciw następnego wagonu i podłożyć znów płóz w odpowiednim miejscu. Według W. Müllera prędkość spychania nie powinna z tego tytułu przekraczać 1,3 m/s. Prędkość spychania nie przekraczająca 0,75 m/s nie wymaga stosowania hamulców torowych pomostowych.

Wtaczanie się wagonu ze zbyt dużą prędkością na płóz hamulcowy może spowodować wyskoczenie płozu spod koła. Według opinii autorów następuje to przy prędkościach przekraczających 4,5 do 7,5 m/s. Wejście ze zbyt dużą prędkością na hamulec pomostowy może spowodować wykolejenie się wagonu; na kolejach SŻD, w zależności od typu hamulca, dopuszcza się prędkość 5,0 do 4,5 m/s.

Dobieganie staczających się wagonów do stojących już na torze powinno odbywać się z taką prędkością, aby energia uderzenia mogła być pochłonięta przez zderzaki. W najniekorzystniejszym przypadku, gdy staczający się wagon dobiega do dużej, zwartej grupy wagonów, o bardzo znacznej ($m \to \infty$) masie w porównaniu z masą tego wagonu m_1, dopuszczalna prędkość wagonu wynosi:

$$v_1 = \sqrt{2A/m_1} \qquad [\text{m/s}]$$

gdzie:

A — praca sprężyn czterech zderzaków biorących udział w zderzeniu [J]

Praktycznie w Europie dopuszcza się prędkość dobiegu w granicach do 1,8 m/s na PKP — do 1,5 m/s, w Stanach Zjednoczonych A. P. — przy silniejszych wagonach i samoczynnych sprzęgach — dopuszcza się 2,4 m/s.

9.9. Wykorzystanie ETO do obliczeń dynamiki staczania odprzęgów wagonowych z górki rozrządowej

Analityczna metoda obliczeń dynamiki staczanych wagonów jest bardzo pracochłonna. Przeprowadzenie wnikliwych i wszechstronnych badań umożliwia zastosowanie elektronicznej maszyny cyfrowej, odpowiednio oprogramowanej.

Przeprowadzenie obliczeń dynamiki staczania, a więc wyznaczenie dla poszczególnych punktów drogi (począwszy od punktu zrywu, aż do punktu docelowego w torach kierunkowych) prędkości i czasu jazdy odprzęgu, wymaga rozwiązania różniczkowego równania ruchu:

$$\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} = g' \cdot 10^{-3} \cdot \left[s_w(x) + w_{to} \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} + w_w \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} + h\left(x, \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\right) \right]$$

gdzie:

x — współrzędna drogi,

t — czas,

g' — zredukowane przyspieszenie ziemskie,

$s_w(x)$ — funkcja opisująca opory pochylenia, opory łuku i opory rozjazdów,

$w_{t_o}\dfrac{dx}{dt}$ — funkcja opisująca opór własny toczenia się odprzęgu,

$w_w\dfrac{dx}{dt}$ — funkcja opisująca opór powietrza,

$h\left(x, \dfrac{dx}{dt}\right)$ — funkcja opisująca siły hamowania.

Równanie to można zastąpić układem dwóch równań różniczkowych

$$\frac{dx}{dt} = z_r$$

$$\frac{dz_r}{dt} = g' \cdot 10^{-3}\left[s_w(x) + w_{t_o}(z_r) + w_w(z_r) + h(x, z_r)\right]$$

dla których rozwiązania zastosowano procedurę Runge–Kutta.

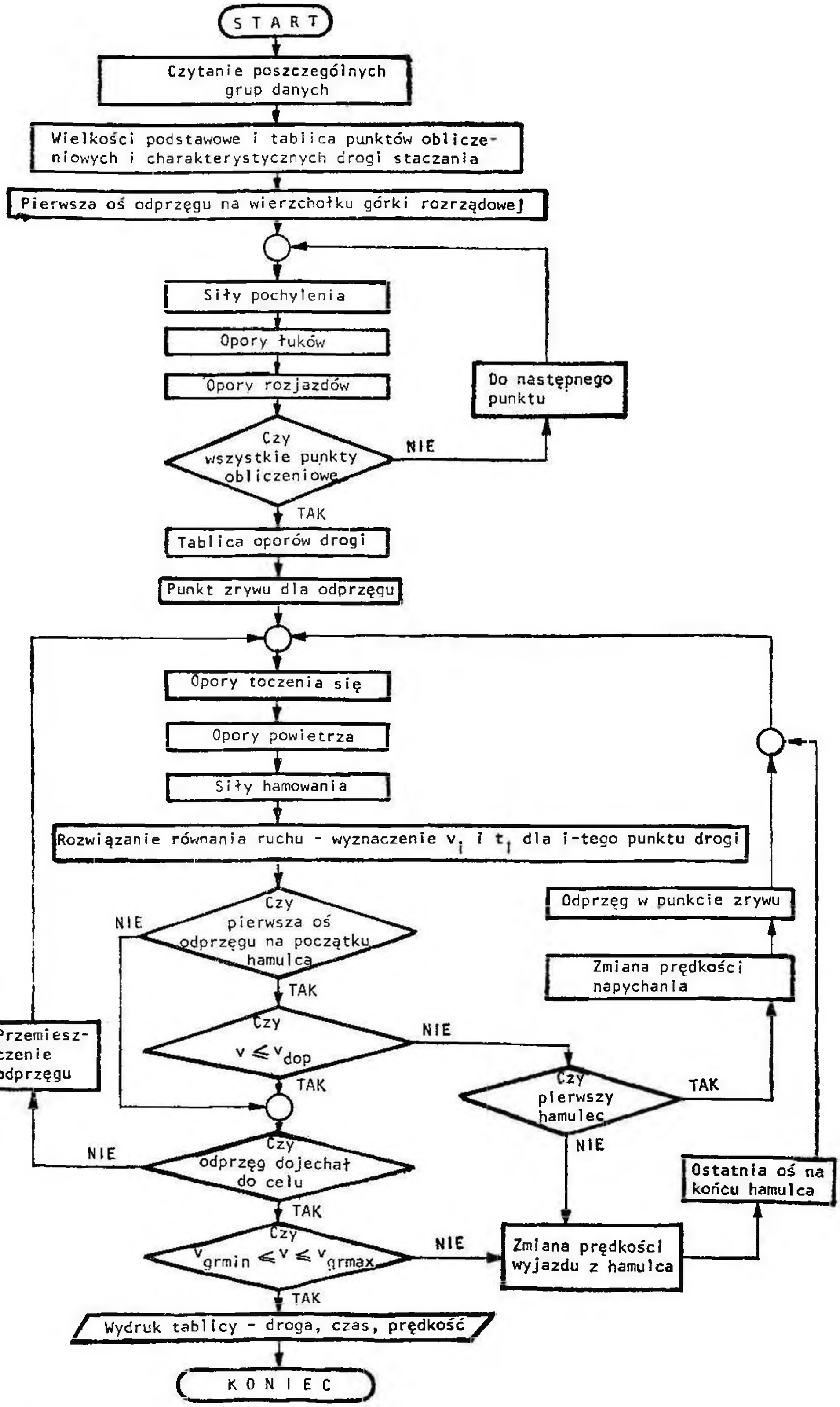
Algorytm programu staczania odprzęgów z górki rozrządowej jest przedstawiony na rysunku 9.23. Na początku programu są określone na podstawie danych wejściowych takich jak: liczba wagonów, liczba osi — nacisk osi itp. — wartości podstawowych wielkości, wymaganych w dalszym procesie obliczeń. Do wielkości tych należą:

— całkowity ciężar odprzęgu,
— zredukowane przyspieszenie ziemskie,
— odległość od pierwszej osi do środka ciężkości odprzęgu,
— rozstaw skrajnych osi odprzęgu.

W pierwszej części programu są wyznaczane charakterystyczne punkty drogi staczania, dla których następnie będą obliczone czas i prędkość toczącego się odprzęgu. Punkty te odpowiadają załomom na wykresie oporów w funkcji drogi. Lista tych punktów jest sporządzona w programie na podstawie danych o planie i profilu staczania, rozmieszczenia jednostek hamulcowych i właściwościach fizycznych odprzęgu, położenia środka ciężkości, liczba i kolejne rozstawy osi. Tak więc powstaje jednowymiarowa tablica współrzędnych drogi, po których w trakcie obliczeń będzie kolejno rozmieszczany odprzęg (środek ciężkości), aż do punktu docelowego. Dodatkowo w tej części programu jest sporządzana tablica punktów, dla których maszyna cyfrowa drukuje wyniki.

W dalszych częściach programu są wyznaczone siły działające na odprzęg, a pochodzące od: pochylenia, oporów w łuku, oporów rozjazdów, oporów toczenia, oporów powietrza, hamowania.

Program rozpoczyna wyznaczanie parametrów staczania, począwszy od punktu zrywu, dla prędkości napychania $v_o = v_{o\max}$ i czasu $t = 0$. Z chwilą, gdy pierwsza oś odprzęgu znajdzie się na początku pierwszej pozycji hamowania zostaje porównana prędkość rzeczywista z dopuszczalną prędkością wjazdu na ten hamulec i w przypadku przekroczenia wartości granicznej następuje obniżenie prędkości napychania, skorygowanie współrzędnej punktu zrywu i obliczenia są powtarzane od początku. W przypadku konieczności obniżenia prędkości napychania poniżej wartości $v_{o\min}$, program przerywa obliczenia i sygnalizuje przyczynę zatrzymania. Jeżeli natomiast jest spełniony warunek



9.23. Algorytm staczania odprzęgów z górki rozrządowej

Wyniki programu dynamiki staczania odprzęgu wagonowego z górki rozrządowej

Tablica 9–1

Położenie śr. ciężkości w M XSCO = 6,25
Rozstaw skrajnych osi odprzęgu w M LOOS = 12,50
Punkt zrywu w M:L = 38,13 Prędkość [m/s] v_o = 1,40
VWH 1 = 4,215

Z	OST, OS	Droga [m] śr. ciężkości	Pierw. OS	Czas [s]	Prędkość [m/s]	
1	31,88	38,13	44,38	0,00	1,40	
2	52,90	59,15	65,40	11,73	2,71	
3	79,20	85,45	91,50	18,71	4,79	
4	96,39	102,64	108,89	22,12	5,23	
5	112,91	119,16	125,41	25,20	5,52	
6	161,10	167,35	173,60	33,39	6,24	
7	175,40	181,65	187,90	35,64	6,45	
8	187,40	193,65	199,90	37,47	6,63	
9	201,70	207,95	214,20	39,60	6,82	
10	205,59	211,84	218,09	40,17	6,86	
11	213,40	219,74	225,99	41,31	6,94	
12	222,11	228,36	234,61	42,55	7,04	
13	224,50	230,75	237,00	42,89	7,07	
14	230,01	236.26	242,51	43,70	6,32	
15	242,90	249,15	255,40	46,36	4,22	
16	251,60	257,85	264,10	48,43	4,21	
17	269,20	275,45	281,70	52,60	4,16	
18	270,90	277,15	283,40	53,01	4,15	
19	276,49	282,74	288,99	54,36	4,11	
20	293,01	299,26	305,51	58,43	4,01	
21	297,20	303,45	309,70	59,48	3,98	
22	310,90	317,15	323,40	62,96	3,90	
23	320,49	326,74	332,99	65,44	3,85	
24	337,01	343,26	349,51	69,77	3,77	
25	337,20	343,45	349,70	69,82	3,77	
26	364,49	370,74	376,99	77,20	3,62	
27	375,04	381,29	387,54	80,16	3,51	
28	381,01	387,26	393,51	81,87	3,46	
29	387,54	393,79	400,04	83,77	3,41	
30	407,50	413,75	420,00	89,68	3,37	
31	420,00	426,25	432,50	93,40	3,36	
32	437,50	443,75	450,00	98,62	3,35	
33	450,00	456,25	462,50	102,35	3,34	
34	487,50	493,75	500,00	113,61	3,32	
35	500,00	506 25	512,50	117,38	3,31	
36	587,50	593,75	600,00	144,00	3,26	
37	600,00	606,25	612,50	147,83	3,26	
38	637,50	643,75	650,00	159,39	3,23	
39	650,00	656,25	662,50	163,26	3,23	
40	965,49	971,74	977,09	289,41	1,00	
Hamulce torowe						Odprzęg
P HAM 1	224,50	230,75	237,00	42,89	7,07	hamowany
K KAM 1	251,60	257,85	264,10	48,43	4,21	

Czasy przejazdu odprzęgu przez charakterystyczne elementy drogi staczania

	Pierwsza oś	Ostatnia oś
Rozjazd 1	11,75	18,71
Rozjazd 5	33,39	37,47
Rozjazd 6	35,64	39,60
Rozjazd 7	46,36	52,60
Rozjazd 8	53,01	59,48
Rozjazd 9	62,96	69,82
Ukr. roz. 1	22,12	25,20
Ukr. roz. 5	40,17	42,52
Ukr. roz. 6	41,31	43,79
Ukr. roz. 7	54,36	58,43
Ukr. roz. 8	65,44	69,77
Ukr. roz. 9	77,20	81,87
Hamulec 1	42,89	48,43

dopuszczalnej prędkości wjazdu na hamulec, wówczas zależnie od żądanej prędkości wyjścia z hamulca siła hamująca działa tak, że gdy ostatnia oś odprzęgu znajduje się na końcu hamulca odprzęg ma zadaną prędkość. Wyjątkiem jest przypadek, w którym hamulec dysponuje siłą hamującą niewystarczająca do obniżenia prędkości do wartości wymaganej. Wówczas program przerywa obliczenia i sygnalizuje, który z hamulców należy z tego powodu zmienić. Jeśli oś odprzęgu znajdzie się na kolejnym hamulcu i nie spełnia warunku dopuszczalnej prędkości wjazdu na ten hamulec, wówczas następuje powrót do poprzedniego hamulca i zmniejszenie (skorygowanie) nadanej prędkości wjazdu. Po osiągnięciu przez odprzęg punktu docelowego drogi następuje porównanie prędkości rzeczywistej z przedziałem granicznych prędkości dojazdu.

W przypadku przekroczenia górnej granicy następuje zmniejszenie prędkości wyjazdu z ostatniego hamulca, natomiast gdy prędkość odprzęgu jest mniejsza od $v_{gr\,min}$ lub odprzęgu zatrzymał się przed ustalonym celem, następuje zwiększenie prędkości wyjazdu z ostatniego hamulca (nie więcej jednak niż do wartości prędkości wjazdu — odpowiada to stanowi odhamowania hamulca).

Wyniki obliczeń programu staczania, począwszy od wydruku nagłówka z tytułem programu, są drukowane w następującej kolejności (tabl. 9–1).

1 — położenie środka ciężkości i rozstaw skrajnych osi odprzęgu,

2 — współrzędna punktu zrywu dla środka ciężkości i prędkości napychania,

3 — kolejne zmiany, jakie nastąpiły w programie z podaniem nowych wartości przyjętych przez program,

4 — wydruk parametrów staczania — nr kolejnego punktu, współrzędna drogi dla ostatniej osi, środka ciężkości i pierwszej osi, czas i prędkość staczania dla kolejnych punktów drogi ustalonych przez program i wprowadzonych dodatkowo przez użytkownika,

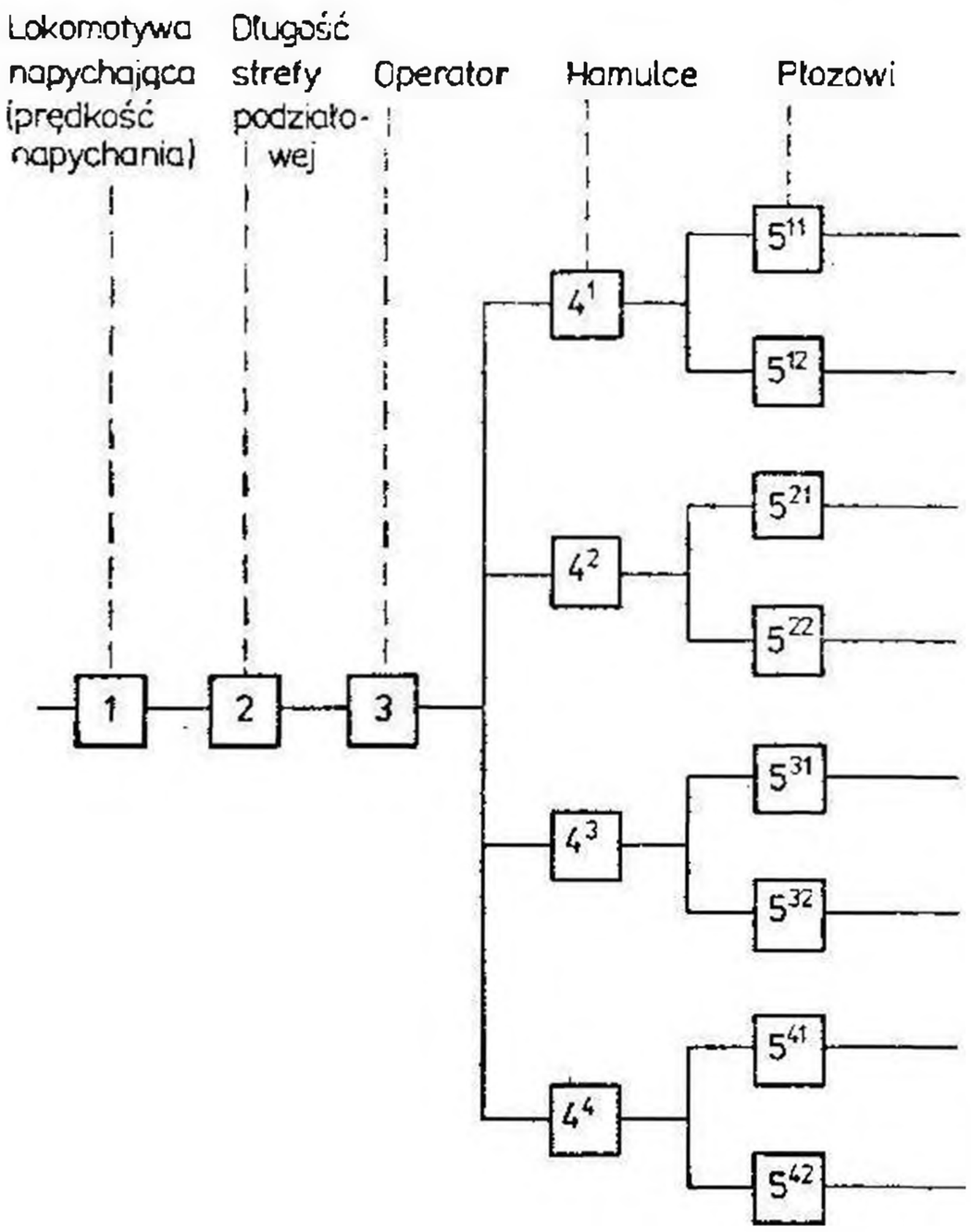
5 — wydruk tablicy o tych samych parametrach jak w punkcie 4 dla początku i końca każdego hamulca, co daje przejrzysty obraz pracy tych urządzeń w procesie staczania.

9.10. Regulowanie prędkości toczenia się odprzęgów

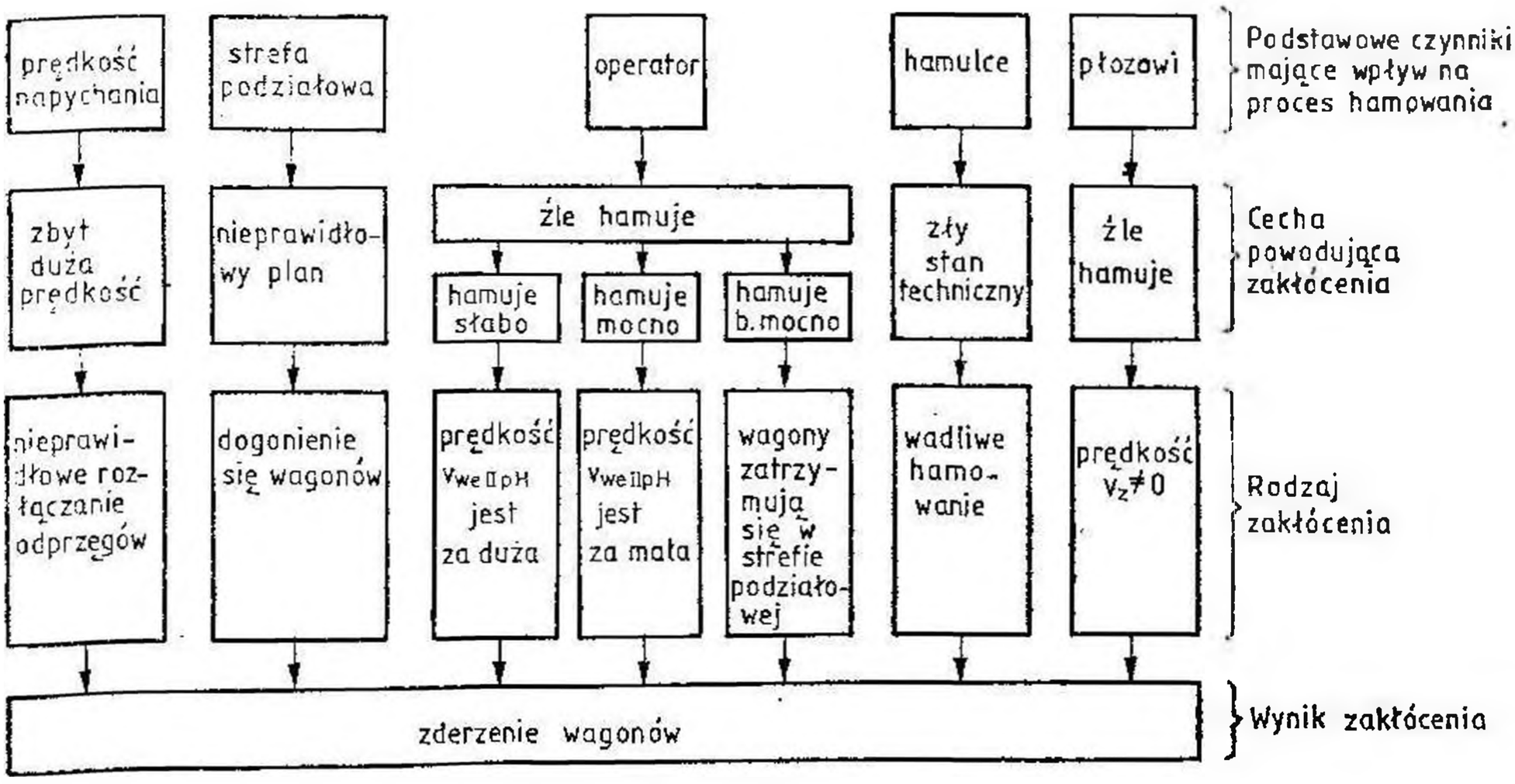
9.10.1. Cel stosowania hamulców

Stosowanie hamulców ma na celu:

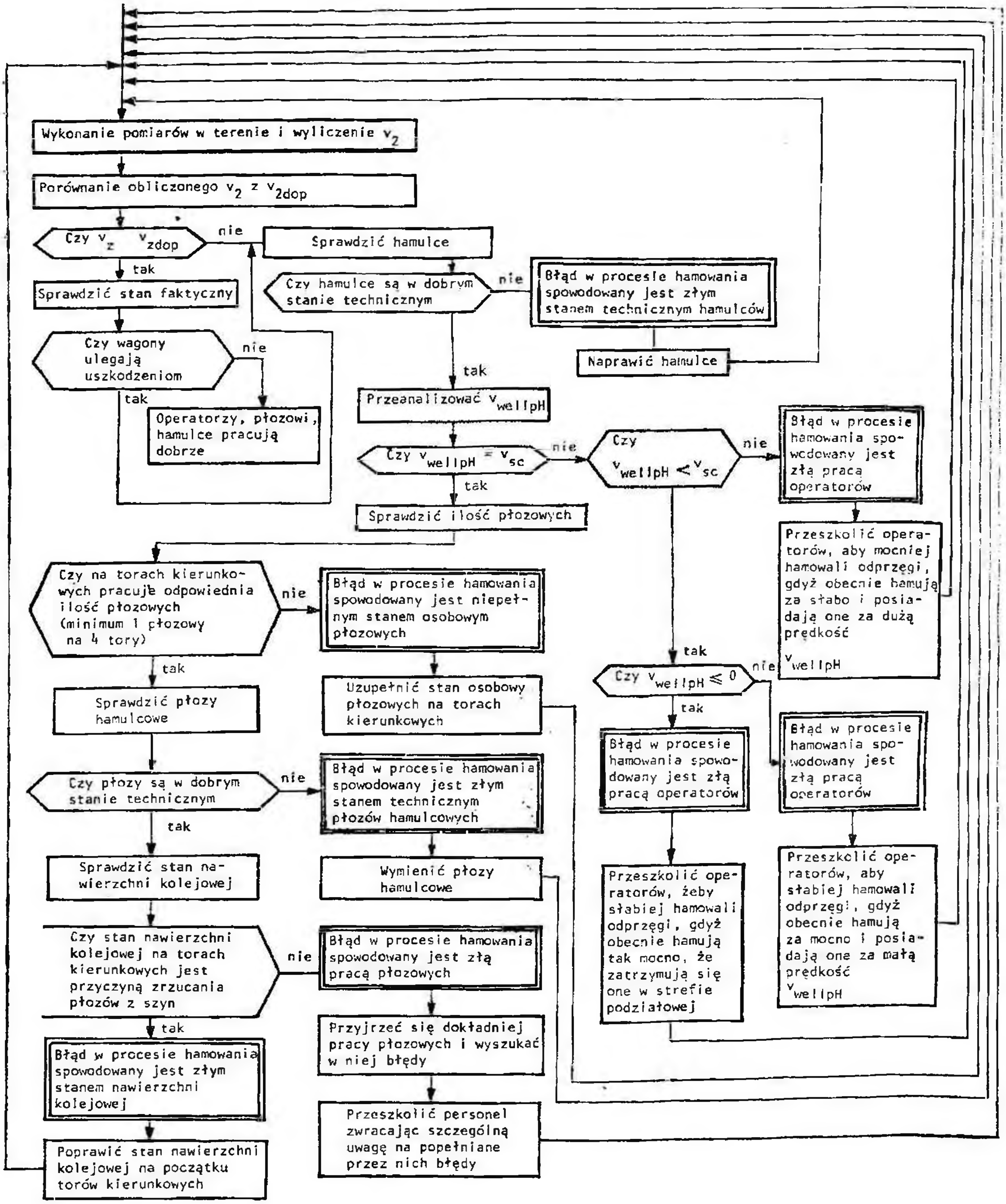
— zachowanie potrzebnego odstępu pomiędzy poprzedzającym wagonem ciężkobieżnym i następującym po nim wagonem lekkobieżnym. Odstęp ten — jak wiadomo —



9.24
Geograficzny układ czynników wpływających na proces hamowania



9.25. Potencjalne zakłócenia procesu hamowania



9.26. Algorytm oceny procesu hamowania

jest potrzebny do pewnego przejazdu wagonu poprzedzającego przez zwrotnicę i na przestawienie zwrotnicy dla wagonu następnego, hamowanie to nazywa się odstępowym;

— skrócenie drogi przebiegu wagonu, który ze względu na zmniejszenie prędkości przez hamulec nie dojedzie do tego miejsca, do którego dojechałby, gdyby nie był hamowany. W ten sposób można hamulcem regulować odległość, którą ma przebyć wagon. Hamowanie takie nosi nazwę hamowania docelowego.

Hamowanie odstępowe i docelowe można wykonywać za pomocą hamulców torowych lub płozów hamulcowych.

Geograficzny układ czynników wpływających na proces hamowania przedstawia rysunek 9.24. Potencjalne zakłócenia procesu hamowania prezentuje rysunek 9.25, zaś na rysunku 9.26 przedstawiono algorytm oceny procesu hamowania.

9.10.2. Hamowanie odprzęgów płozami

Przebieg hamowania za pomocą płozu hamulcowego był szczegółowo badany przez R. Grassmanna. Siła hamowania odprzęgu za pomocą płozu zależy od współczynnika tarcia między płozem a szyną, wynoszącego według badań P. Gottschalka $\mu_t = 0{,}14$ do 0,22, a według badań kolei SŻD $\mu_t = 0{,}07$ do 0,22, średnio $\mu_t = 0{,}17$ do 0,18. Dla pewności obliczeń przyjmuje się zazwyczaj $\mu_t = 0{,}12$ do 0,15. Płóz działa na cały zestaw kołowy hamowanego odprzęgu bezpośredniego, a zatem, gdy jest to wagon p_z — osiowy o masie m_l [kg], wówczas masa hamująca wynosi m_l/p_z, a całkowita siła hamowania:

$$F_n = \frac{\mu_t \cdot m \cdot g_z}{n_z} \qquad [\mathrm{N}]$$

Współczynnik siły hamowania odprzęgu o masie m_c [kg]

$$\beta_h = \frac{F_h}{m_c \cdot g_z} = \frac{\mu_t \cdot m_l}{n_z \cdot m_c}$$

Gdy hamowany jest tylko pojedynczy odprzęg, wówczas:

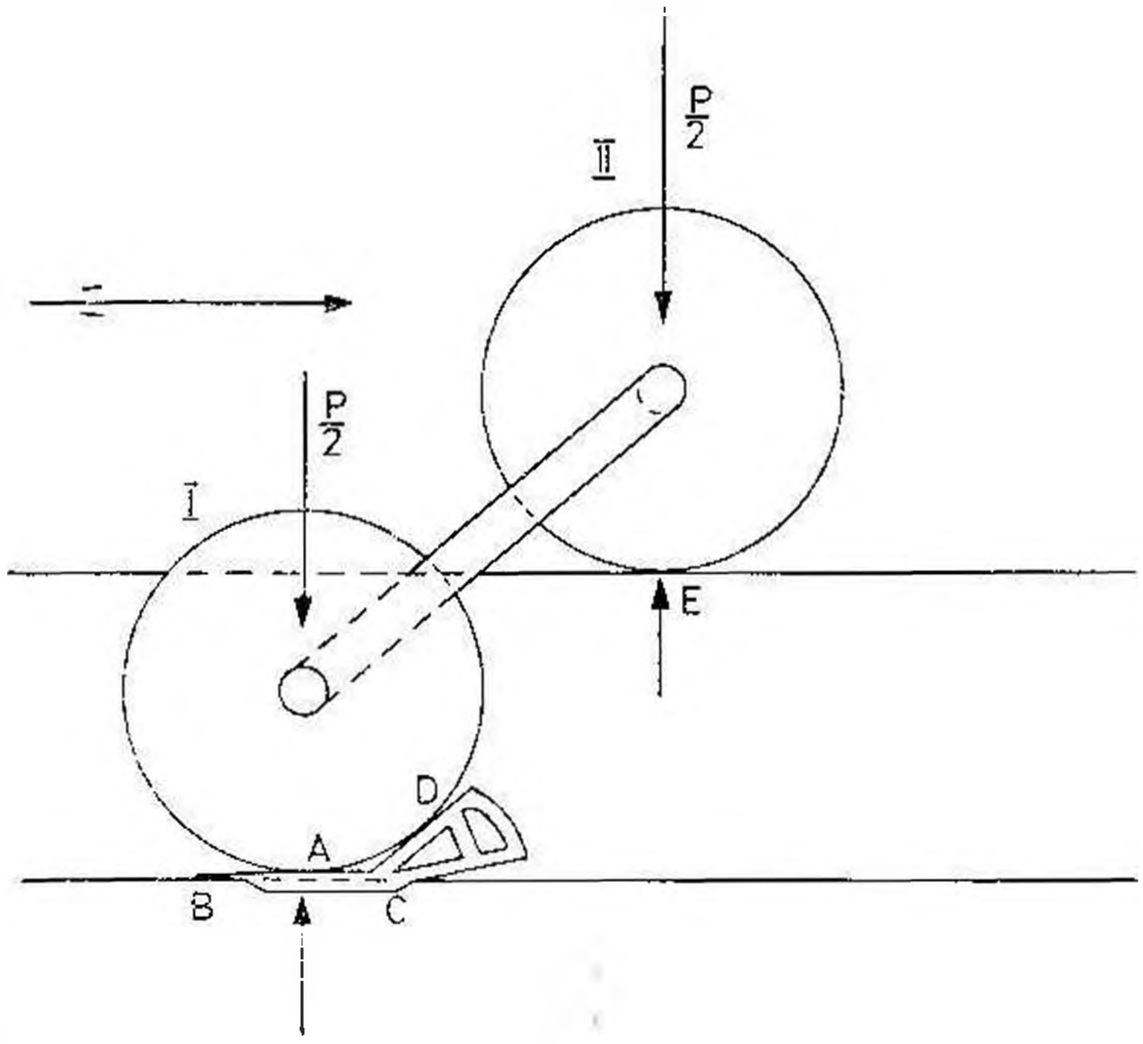
$$\beta_1 = \frac{F_h}{m_l \cdot g_z} = \frac{\mu_t}{n_z}$$

W przypadku stosowania **płozów hamulcowych** różnej konstrukcji — ręcznych i mechanicznych — siła hamowania powstaje głównie wskutek tarcia między szyną a ślizgającym się po szynie płozem, obciążonym kołem hamowania odprzęgu: hamowane jest najczęściej tylko jedno koło odprzęgu, a długość drogi hamowania może być regulowana w szerokich granicach — do kilkudziesięciu metrów.

Wartość energii kinetycznej, traconej przez hamowanie płozami, reguluje się dobieraniem w każdym przypadku odpowiedniej długości drogi ślizgania się płozu po szynie pod kołem odprzęgu. W tym celu płóz kładzie się w określonej odległości przed wyznaczonym miejscem zatrzymania odprzęgu podczas hamowania docelowego.

Przednia część płozu wyrabianego z płaskownika grubości około 10 mm jest zakończona

klinowym ścięciem, po którym koło wtacza się na płóz, aż do koziołka przytwierdzonego do niego i zaopatrzonego w uchwyt. Koło dotknąwszy tego koziołka, porywa w swym biegu płóz, wskutek czego pod naciskiem koła powstaje tarcie płozu o szynę po linii *BC* (rys. 9.27). Koło *I* obracając się dalej wywołuje tarcie między swoim obwodem, a przylegającymi doń powierzchniami płozu *A* i *D*. Jednak obrót zestawu kół ustanie, jeżeli ten opór tarcia okaże się większy niż opór tarcia na obwodzie drugiego koła *II* tego zestawu. Wtedy koło *II* zaczyna się ślizgać po szynie.



9.27.
Hamowanie wagonu płozem

Jeżeli oznaczyć współczynniki tarcia na powierzchni *BC* przez f_1, na obwodzie koła *I* (w pkt. *A* i *D*) przez f_2 i na obwodzie koła *II* (w pkt. *E*) przez f_3, to ruchowi wagonu wywołanego hamowaniem będzie przeciwdziałała siła H_1 — w przypadku obracania się kół hamowanego zestawu lub H_2 — od chwili w której te koła przestały się obracać.
Przy założeniu, że reakcje płozu na koło w pkt. *A* i *D* dają w sumie $p/2$ i że oba koła są obciążone jednakowo, otrzymano:

$$H_1 = H_{BC} + H_{AD} = \frac{p}{2} \cdot f_1 + \frac{p}{2} \cdot f_2 = \frac{p}{2}(f_1 + f_2)$$

a po ustaniu obracania się zestawu

$$H_2 = H_{BC} = H_E = \frac{p}{2} \cdot f_1 + \frac{p}{2} \cdot f_3 = \frac{p}{2}(f_1 + f_3)$$

Współczynniki f_1, f_2 i f_3 (tarcie stali o stal) są do siebie zbliżone. Przy $f_1 = f_2 = f_3 = f_t$ będzie

$$H_1 = H_2 = p \cdot f_t$$

czyli siła hamowania w większości przypadków nie zależy od tego czy koła osi hamowanej obracają się. Jednak pożądane jest, aby zestaw hamowany obracał się jak najdłużej, bo wtedy unika się ślizgania koła II po szynie, co jest szkodliwe dla obręczy szyny.

206 Długość drogi hamowania za pomocą płozu hamulcowego l_b [m], potrzebną do zmniejszenia prędkości ruchu wagonu lub grupy wagonów od prędkości początkowej v_A [m/s] w punkcie A do prędkości końcowej v_B [m/s] w punkcie B, otrzymuje się z warunku zachowania energii mechanicznej:

$$E_{KA} + A_b = E_{KB}$$

E_{KA} — energia kinetyczna w punkcie A,
E_{KB} — energia kinetyczna w punkcie B,
A_b — praca sił działających na wagon lub grupę wagonów na drodze hamowania między punktami A i B.

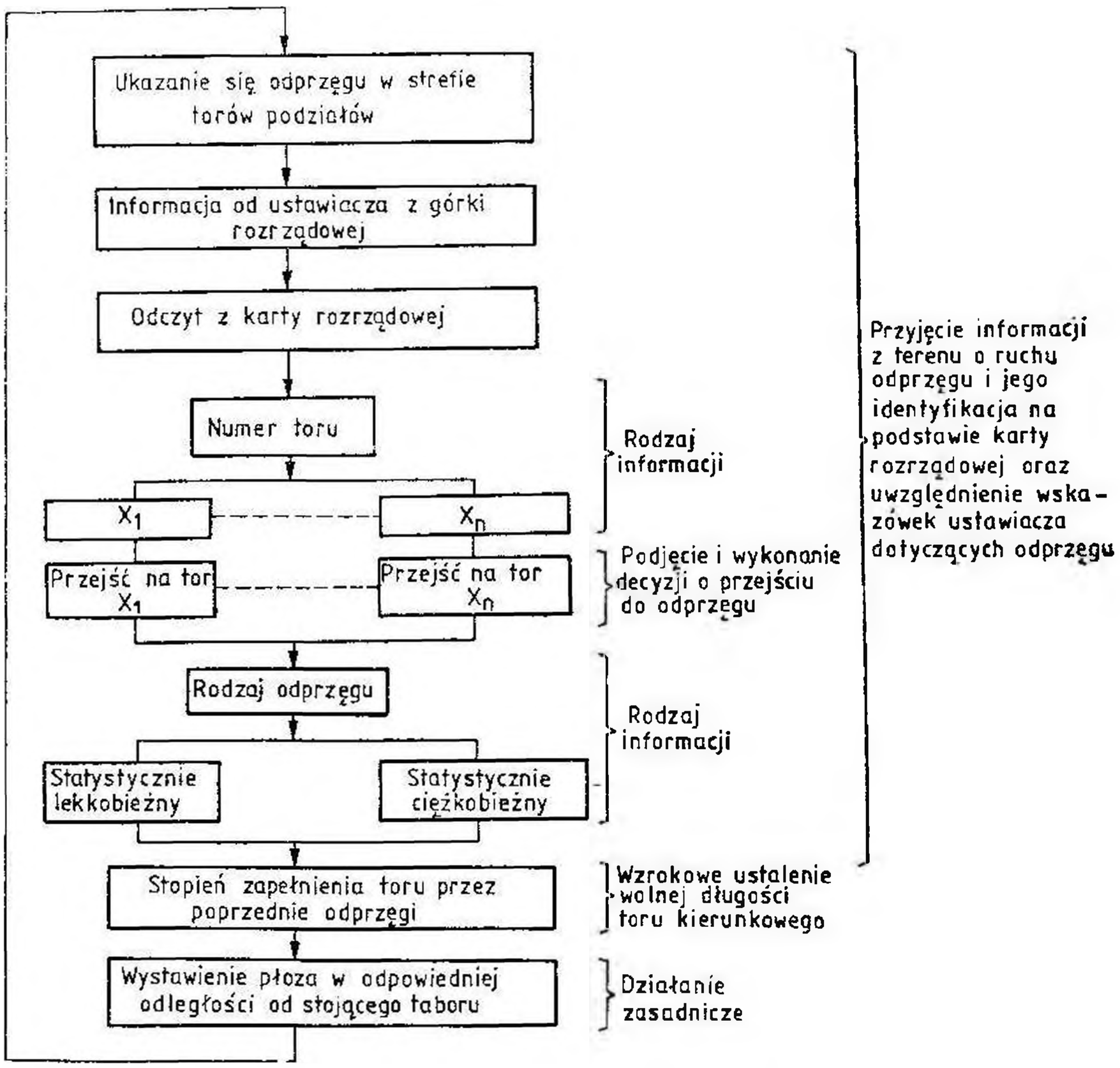
Pracę sił działających na wagony, w tym sił hamowania, na drodze między punktami A i B określa się wzorem:

$$A_b = \left[(i - w_{śr}) \cdot m - \frac{\mu}{n} \cdot m_1 \right] \cdot g \cdot l_b \qquad [\mathrm{J}]$$

zatem

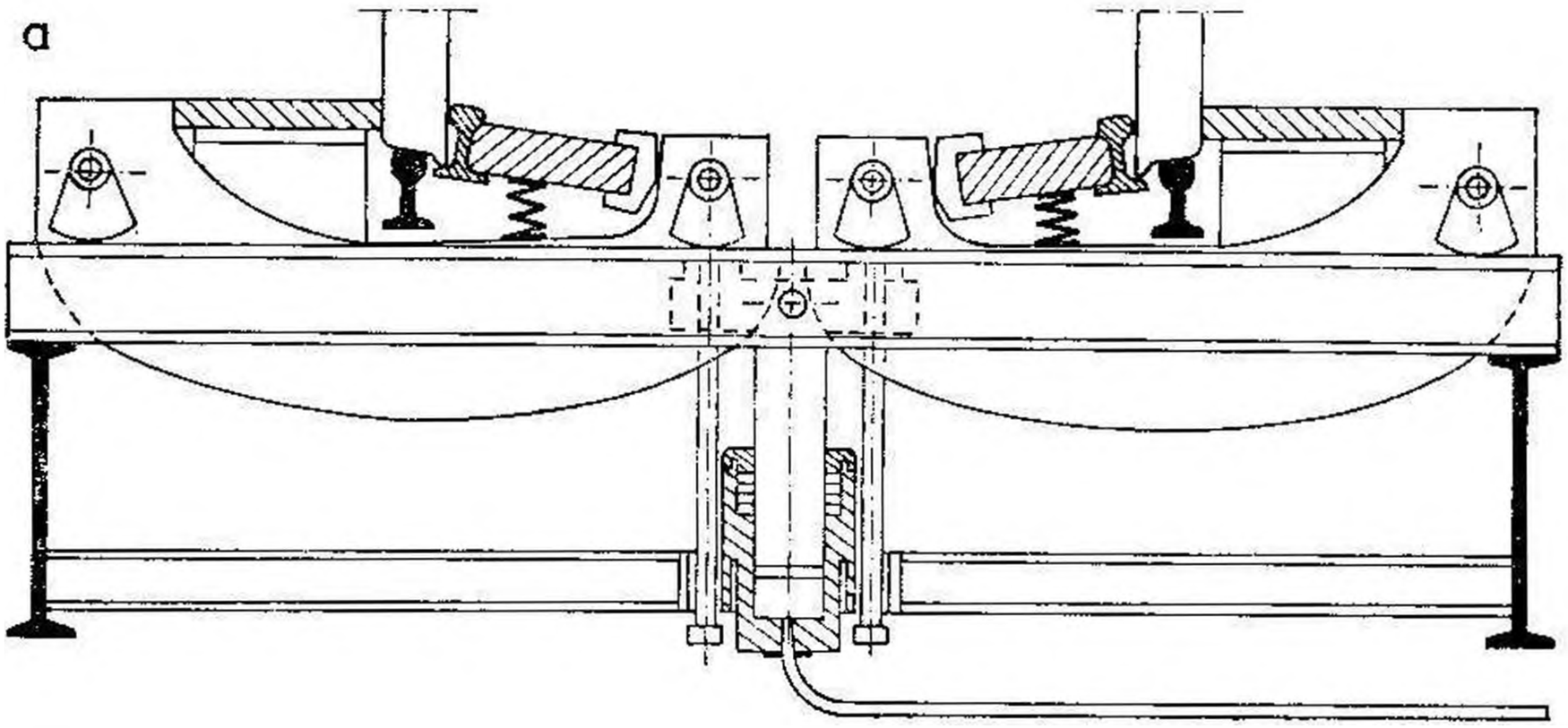
$$\frac{mv_A^2}{2}(1+\delta) + \left[(i - w_{śr})\, m - \frac{\mu}{n} \cdot m_1 \right] \cdot g \cdot l_b = \frac{mv_B^2}{2}(1+\delta)$$

skąd można obliczyć wartość l_b przy znanych wartościach pozostałych wielkości.

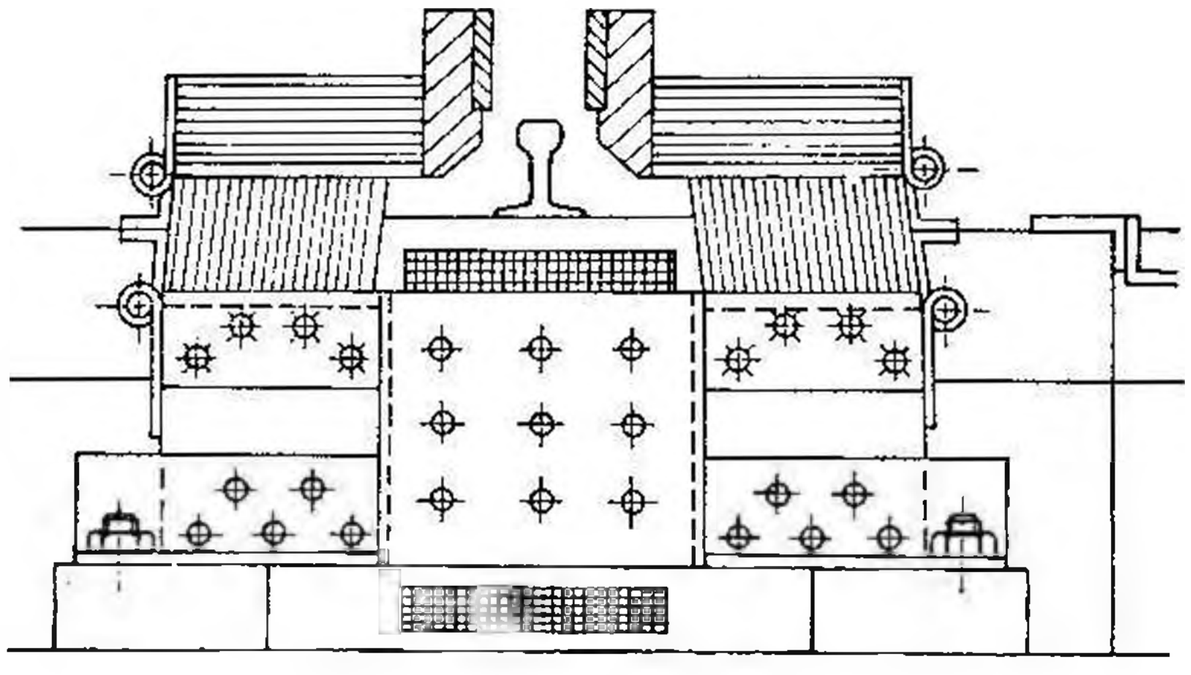


9.28. Algorytm pracy płozowego na pozycji hamowania docelowego

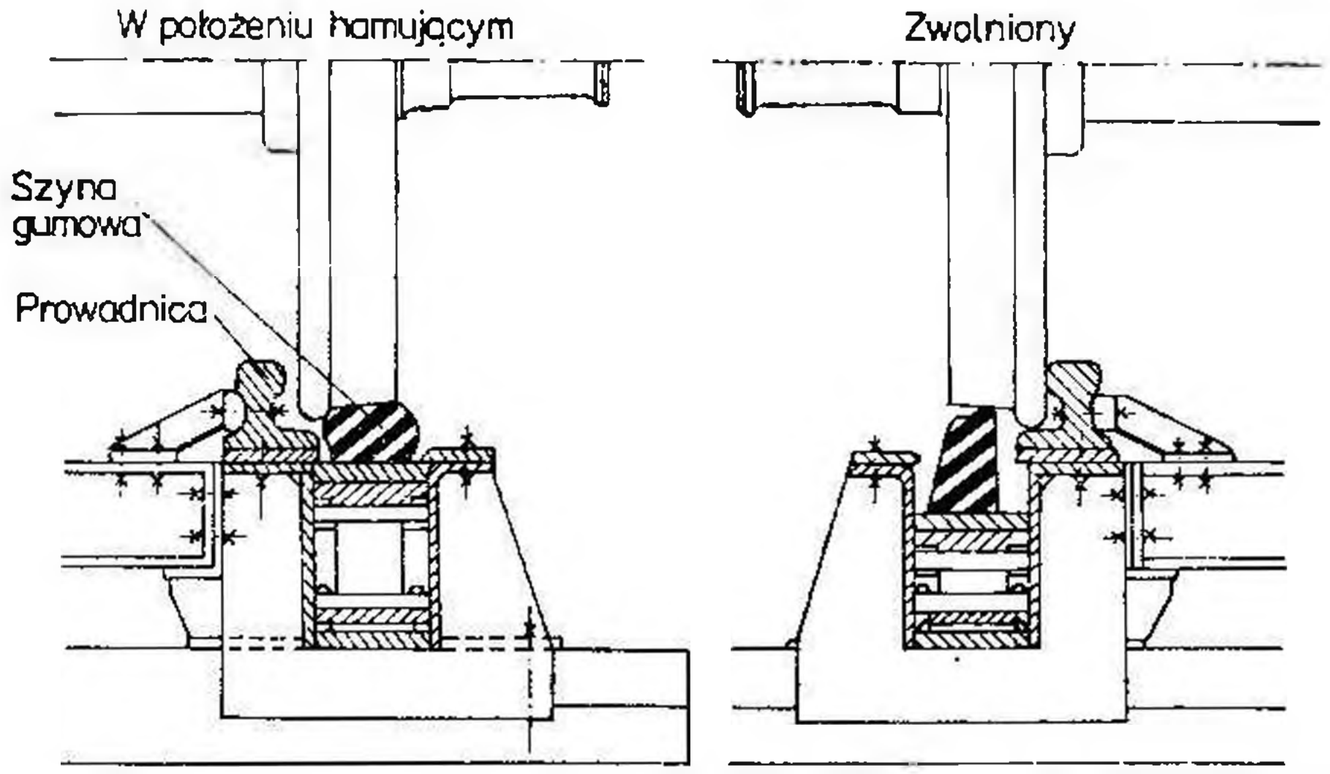
a



b



c



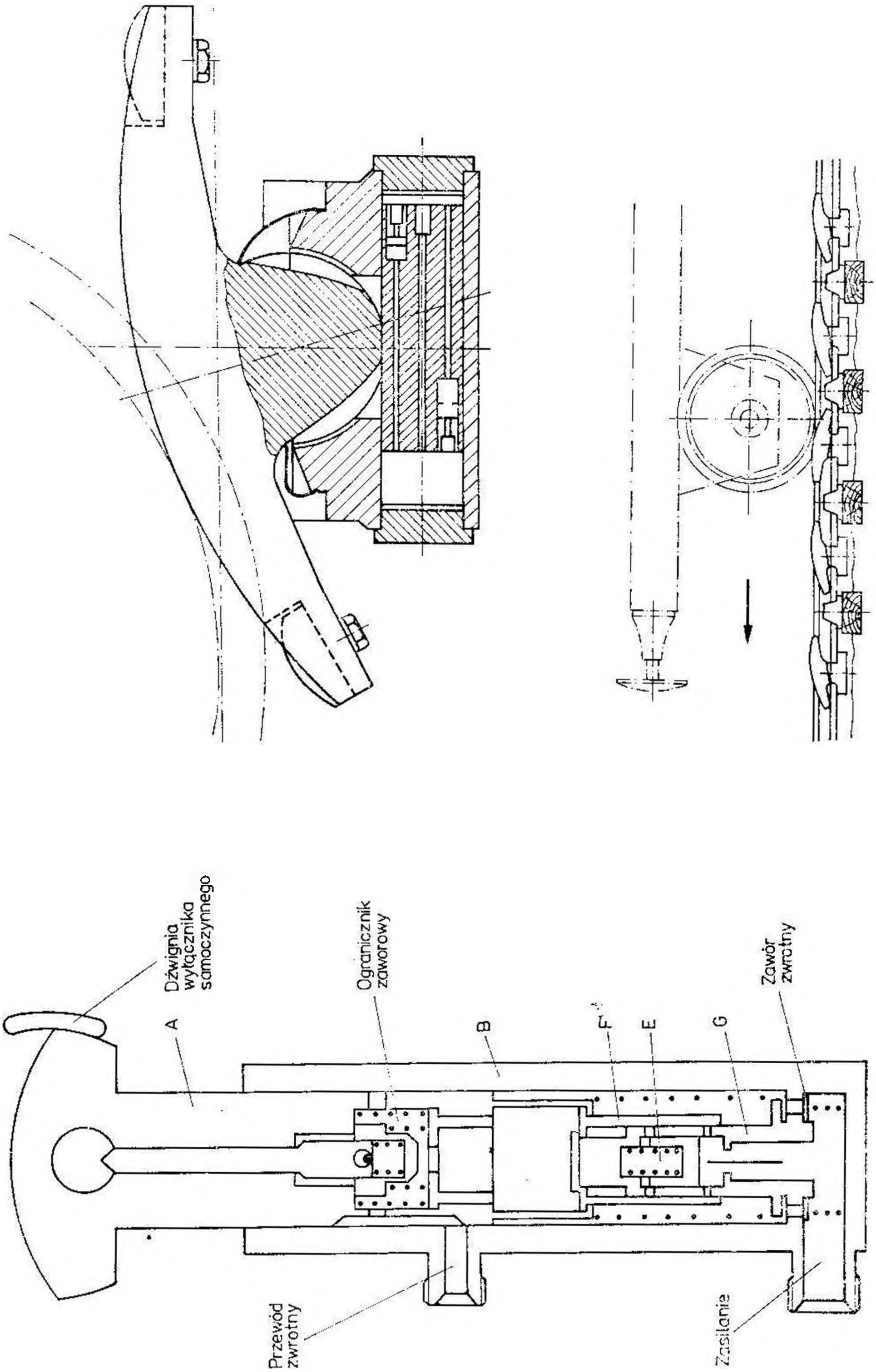
9.29. Hamulce torowe pomostowe [95]

Gdy pojedynczy wagon ($m = m_1$) wtaczający się na płóz z prędkością v_A ma być całkowicie zatrzymany w punkcie B ($v_B = 0$), wówczas przy $g' = g/(1+\delta)$

$$v_A^2 + (i - w_{śr} - \mu/n)\,2g' \cdot l_b = 0$$

stąd

$$l_b = \frac{v_A^2}{(\mu/n - i + w_{śr}) \cdot 2g'} \qquad [\mathrm{m}]$$



9.30. Hamulce punktowe [95]

Przy $v_A = 6{,}0$ m/s, co przyjmuje się najczęściej jako największą dopuszczalną (bezpieczną) prędkość wtaczania się koła na płóz hamulcowy, $\mu = 0{,}135$, $n = 2$, $i \approx w_{śr}$, $2g' \approx 18{,}5$ otrzymuje się $l_b \approx 29$ m.

Ze względu na nagrzewanie się płozu, co powoduje szybkie zużywanie, a także z uwagi na możliwości fizyczne płozowego, długość drogi hamowania za pomocą płozu, zwłaszcza ręcznego, nie powinna przekraczać 30 m, choć na starszych stacjach dochodzi nieraz do 70 m. Algorytm pracy płozowego na pozycji hamowania docelowego przedstawia rysunek 9.28.

9.10.3. Hamulce torowe

Dziś na wielu stacjach kolejowych stosuje się automatyczne (lub półautomatyczne) regulowanie prędkości toczenia się wagonów. Stosowane są przy tym następujące systemy:

— skoncentrowane hamowanie za pomocą silnych hamulców torowych pomostowych (rys. 9.29),

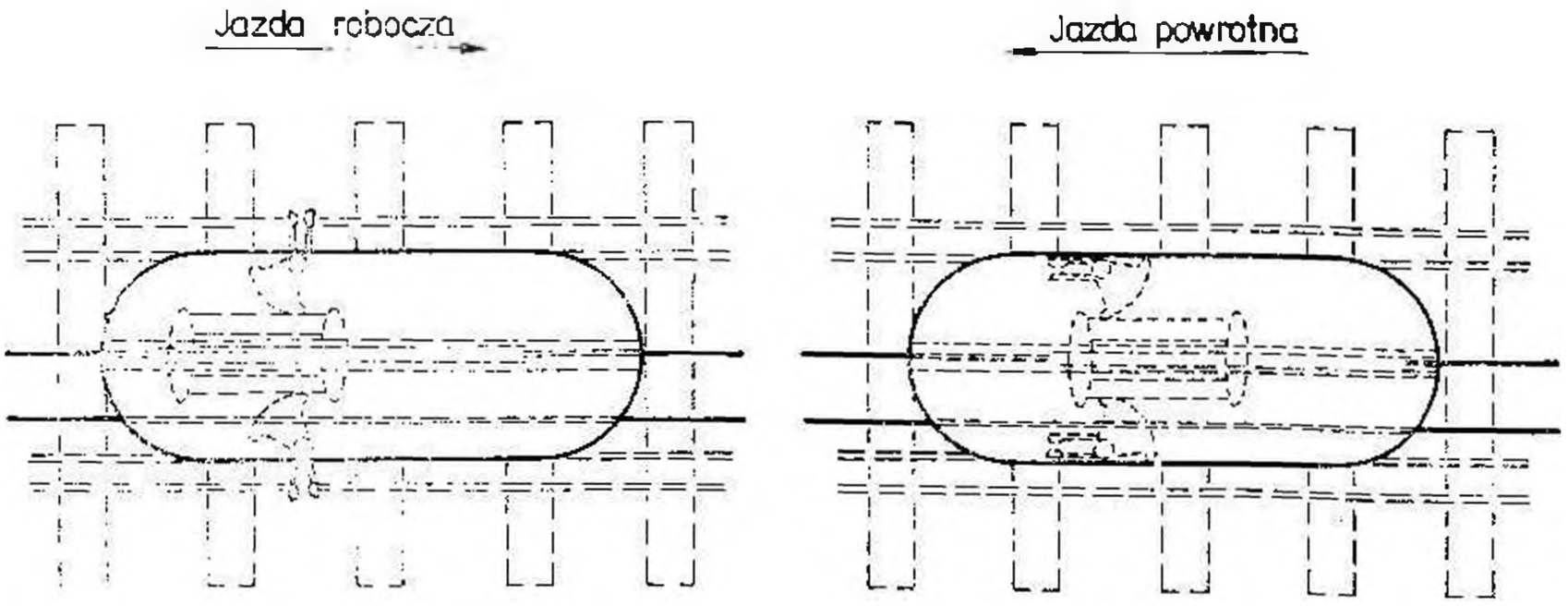
— quasi — ciągłe regulowanie prędkości za pomocą lekkich, gęsto rozmieszczonych hamulców punktowych, urządzeń uniwersalnych, służących zarówno do hamowania, jak i przyspieszania biegu wagonów (rys. 9.30),

— ciągłe regulowanie prędkości, a więc przymusowe przeprowadzenie wagonów za pomocą różnego rodzaju urządzeń manewrowych z napędem liniowym, rzadziej łańcuchowym (rys. 9.31, 9.32).

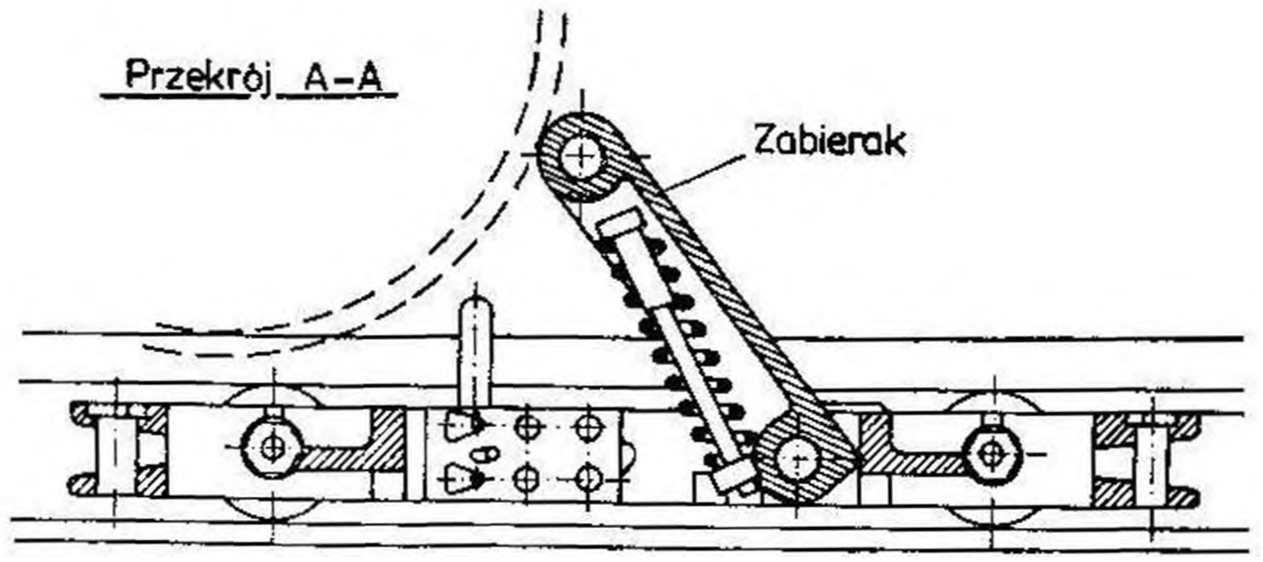
Hamulec punktowy typu TDJ 302 jest przeznaczony do regulacji prędkości rozrządzanych wagonów na torach kierunkowych. Jest urządzeniem nie wymagającym sterowania zewnętrznego, jak również zasilania. Hamulce tego typu mogą być zabudowane do szyn na odcinkach prostych, na łukach i w strefie rozjazdów. Hamulec punktowy TDJ 302 przedstawiono na rysunku 9.33a [67]. W opisie zwrócono jedynie uwagę na elementy mające podstawowe znaczenie dla zrozumienia istoty działania urządzenia.

Hamulec składa się z trzech podstawowych podzespołów: z cylindra ślizgowego (grzybka) *A*, korpusu *B* i przytwierdzenia korpusu do szyny (*22*, *25–28*).

Najbardziej konstrukcyjnie skomplikowanym podzespołem jest cylinder ślizgowy *A*



9.31. Wózek manewrowy typu Żuk



9.32. Urządzenie dopychające wagony na torach kierunkowych firmy Hauhinco

(grzybek), w którego wnętrzu umieszczono współosiowo tłok *2*, pierścień tłoka *3* i *4*, gniazdo ciśnienia *5*, regulator ciśnienia *39*, a ponadto wielu sprężyn, pierścieni i wkładek uszczelniających, podkładek, zawleczek itp.

Kompletny cylinder jest wypełniony olejem hydraulicznym, a następnie napełniony pod ciśnieniem azotem. Cylinder ślizgowy jest włożony do korpusu i zablokowany sworzniem *33*.

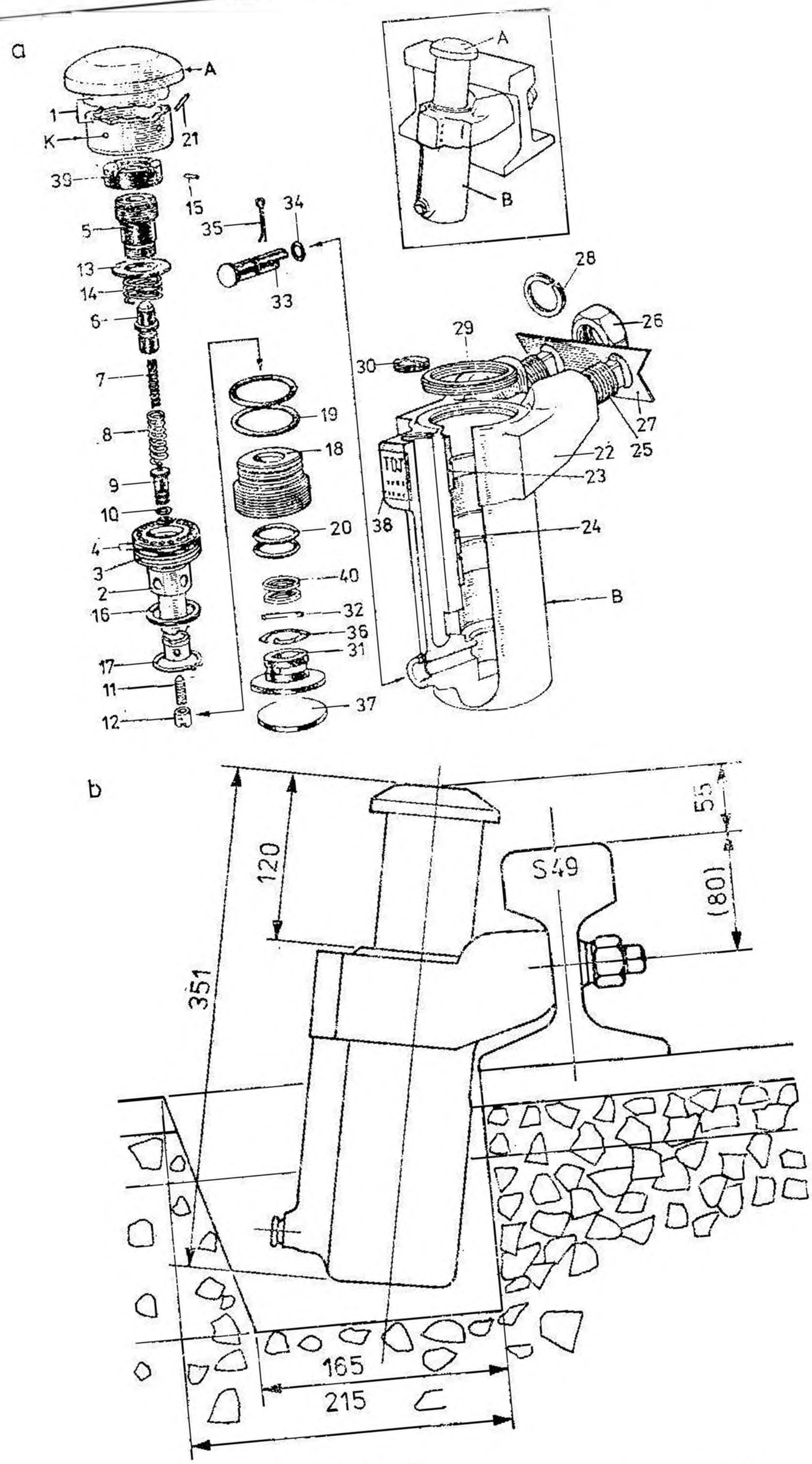
Hamulec punktowy TDJ 302 ma trzy zawory:

— zawór ciśnienia znajdujący się w gnieździe zaworu ciśnienia *5* wraz z nakrętką regulacji ciśnienia *39*,
— zawór prędkości — szczelina w pierścieniach tłokowych *3* i *4*,
— zawór zwrotny znajdujący się w dolnej części tłoka *2* wraz z wkładką zaworu zwrotnego *16*.

Cylinder ma możliwość wykonywania ruchów osiowych i obrotowych. Obniżanie grzybka następuje w wyniku działania pionowych sił zewnętrznych, a jedno podnoszenie w wyniku reakcji czynnika hydraulicznego po ustaniu działania siły zewnętrznej.

Przy statystycznym oddziaływaniu pionowej siły zewnętrznej grzybek obniża się nie stawiając oporu, natomiast przy dynamicznym — opór ten jest znaczny. W praktyce oznacza to, iż wagon przejeżdżający w miejscu zainstalowania grzybka traci energię kinetyczną, równą wymaganej pracy niezbędnej dla całkowitego obniżenia grzybka przez kolejne koła wagonu.

Hamujące oddziaływanie hamulca TDJ 302 rozpoczyna się z chwilą przekroczenia przez tabor określonej prędkości krytycznej. Prędkość ta jest charakterystyczną cechą kon-



9.33. Hamulec punktowy TDJ 302

a — przekrój poprzeczny, *b* — sposób zamocowania hamulca do szyny S49

Prędkości krytyczne stosowane dla hamulców typu TDJ 302 Tablica 9–2

Prędkość krytyczna [m/s]	1,25	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Szczelina zaworu prędkości [mm] tolerancja dla wszystkich TDJ $\pm$0,07	2,1	3,3	2,4	3,1	2,3	2,8	3,4
Średnica sprężyny zaworu prędkości	1,8	1,8	2,3	2,3	3,0	3,0	3,0
Kolor korpusu (znak fabryczny) 38	szaro metaliczny	brązowy	zielony	czerwony	niebieski	czarny	żółty

strukcyjną poszczególnych egzemplarzy hamulca i mieści się w granicach od 0–6 m/s.

Konstrukcyjne egzemplarze TDJ 302 o różnych prędkościach krytycznych różnią się jedynie szczeliną zaworu prędkości *3*, *4* i średnicą sprężyny *14* tegoż zaworu. Zewnętrznie hamulce różnią się kolorem korpusu (tablica 9–2) [67].

Podstawowe dane techniczne hamulca punktowego TDJ 302

prędkość krytyczna	0–5 m/s,
dopuszczalna prędkość ruchu taboru	25 km/h,
praca hamująca po przekroczeniu prędkości krytycznej	1 kJ/koło,
praca hamująca przed przekroczeniem prędkości krytycznej	0,05 kJ/koło,
ciśnienie na wyjściu zaworu ciśnienia	68 ± 1 dN/cm^2,
ciśnienie napełniania azotem	$8 \pm 0{,}8$ dN/cm^2,
ilość oleju	240–5 cm^3,
wysokość montażowa	55^{+2}_{-1} mm,
temperatura pracy	$-40°$C, $+45°$C,
ciężar	14 dN,
trwałość eksploatacyjna	5×10^6 zadziałań

Sposób zamocowania hamulca do szyny S 49 pokazano na rysunku 9.33b [67]

Jeżeli na torze rozmieści się większą liczbę przyspieszaczy, to cząstkowe przyspieszenie poszczególnych z nich spowoduje doprowadzenie wagonu bez zatrzymywania do stojących na końcu torów kierunkowych wagonów.

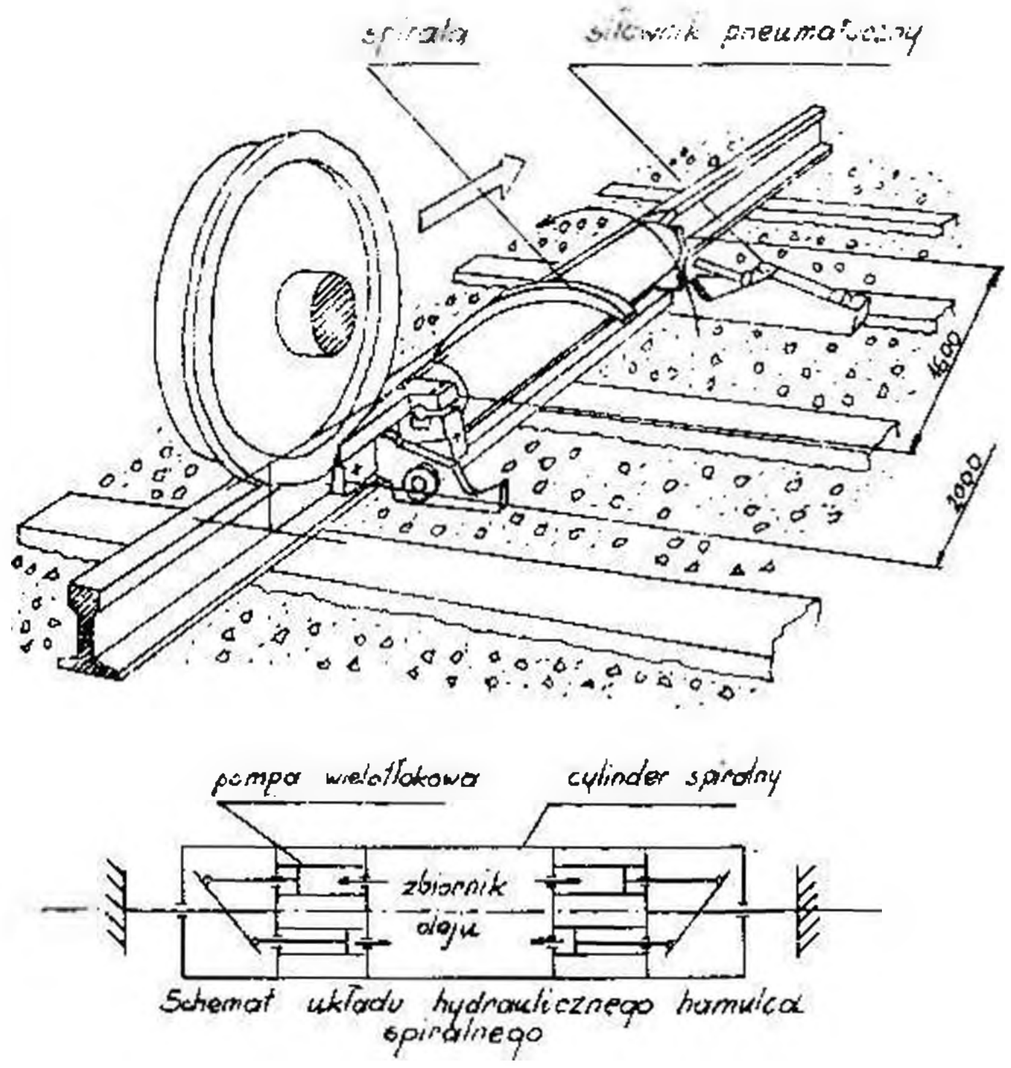
Źródła powstawania siły hamowania hamulców torowych pomostowych mogą być trojakiego rodzaju:

— w hamulcach szczękowych siła hamowania powstaje wskutek tarcia między obręczami kół hamowanego wagonu a dociśniętymi do nich belkami (szczękami) hamulcowymi ułożonymi poziomo wzdłuż szyn,

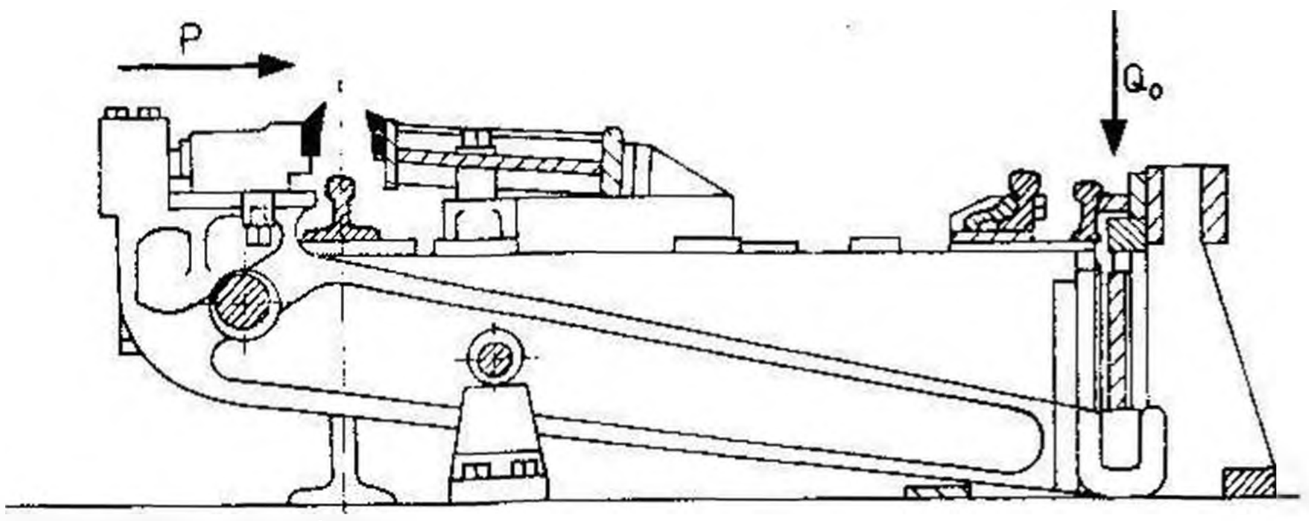
— w hamulcach elektrycznych główna część siły hamowania (70% do 80%) powstaje wskutek silnego pola elektromagnetycznego na obracające się koła wagonu; tarcia między obręczami a belkami hamulcowymi ma znaczenie drugorzędne,

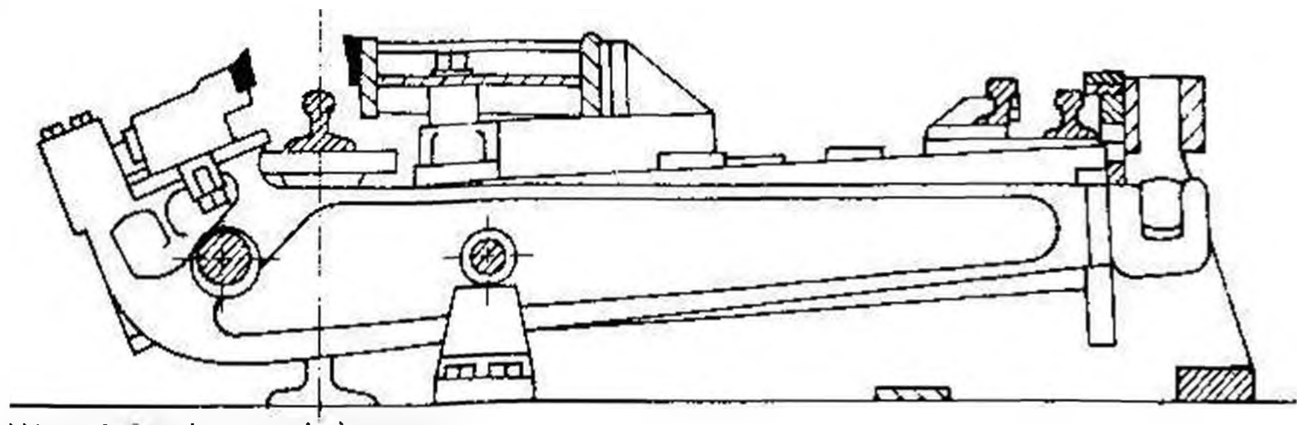
— w hamulcach gumowych siła hamowania powstaje wskutek oporu gumowej szyny w wyniku odkształcenia przez toczące się po niej koło wagonu.

Najpowszechniej są stosowane hamulce torowe pomostowe szczękowe. Hamulce elektryczne zostały wykonane tylko w pojedynczych egzemplarzach dają one co prawda znacznie mniejsze zużycie belek hamulcowych, nie trzeba ich bowiem tak często wymieniać, jak w hamulcach szczękowych, ale są znacznie droższe i zużywają kilkakrotnie więcej energii. Hamulce gumowe systemu Thyssena zaczęto stosować dopiero w ostatnich latach. Szkic hamulca śrubowego firmy ASEA przedstawiono na rysunku 9.34.



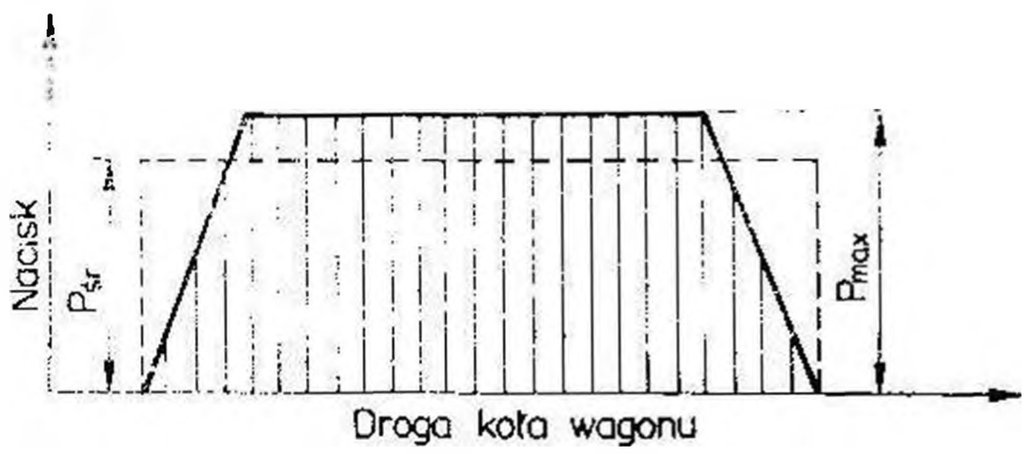
9.34
Szkic hamulca spiralnego (śrubowego) ASEA oraz układu hydraulicznego





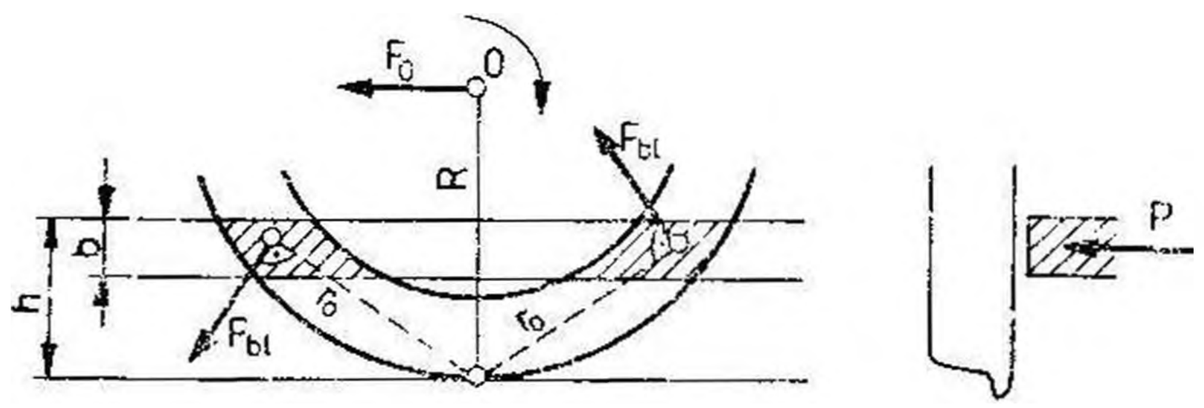
9.35. Hamulec torowy pomostowy szczękowy 3-siłowy Saxby

214 **Hamulce torowe pomostowe,** działające przez nacisk belki hamulcowej na boczne powierzchnie obręczy kół wagonów, mogą być hamulcami jednoszynowymi lub dwuszynowymi w drugim przypadku — dwustronnymi, jednostronnymi zewnętrznymi lub wewnętrznymi. W hamulcach o bezpośrednim działaniu (dwusiłowych — rys. 9.29*a*) wartość nacisku belki hamulcowej jest niezależna od masy hamowanego wagonu. W przypadku hamulców o pośrednim działaniu (trzysiłowych, ciężarowych — rys. 9.35) wartość nacisku jest konstrukcyjnie uzależniona od masy wagonu, a więc od nacisku koła na szynę, np. dla hamulca Frölicha typu A : $P = 4{,}5\ Q_o$, gdzie P — nacisk belki, Q_o — nacisk koła na szynę albo w zależności od tej masy ograniczona co do swej największej wartości, np. dla hamulca Frölicha typu I : $P \leqslant 2{,}6$ do $4{,}7\ Q_o$.



9.36.
Wykres zmienności siły nacisku belek hamulca

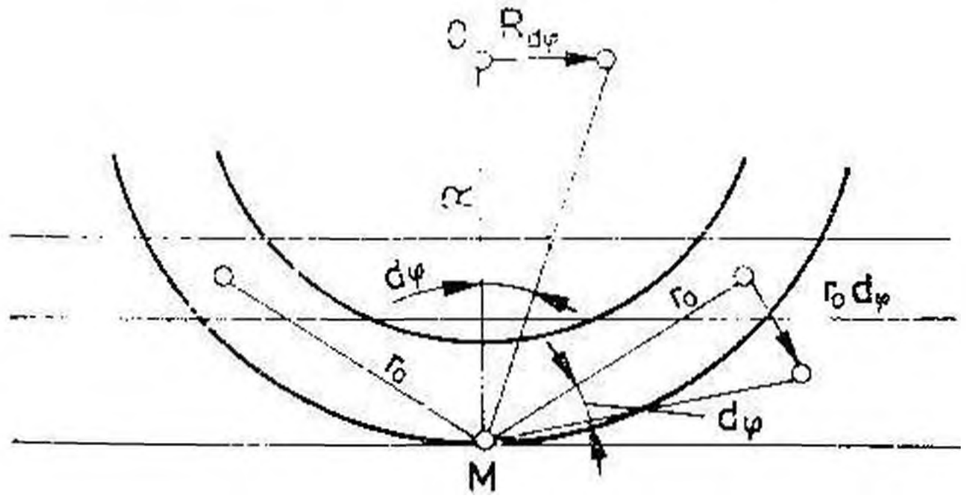
Podczas wjazdu pojedynczego zestawu kołowego w obręb hamulca torowego nacisk belek hamulcowych wzrasta od wartości zerowej do P_{max}, a następnie podczas wyjazdu maleje ponownie do zera (rys. 9.36). Średnia wartość nacisku belki hamulcowej przy przechodzeniu pojedynczego zestawu kołowego przez hamulec dwusiłowy stanowi 0,75 do 0,80 największej wartości nacisku. Jeżeli na długości hamulca może znaleźć się jednocześnie kilka zestawów, to wskaźnik ten osiąga mniejsze wartości. Nacisk musi być jednak ograniczony ze względu na niebezpieczeństwo wykolejenia się wagonu (przez wyskoczenie przedniego zestawu lub uniesienie się tylnego) podczas jego wjeżdżania w obręb hamulca.



9.37.
Siły działające na koło wagonu w hamulcu torowym szczękowym

Współczynnik tarcia między belką hamulcową, a obręczą koła może osiągać wartość $\mu = 0{,}17$, ale pod wpływem działania smarów obniża się zazwyczaj do $\mu = 0{,}10$. Wartość $\mu = 0{,}17$ przyjmuje się jedynie wówczas, gdy zachodzi określenie bezpiecznego nacisku belek hamulcowych. Do obliczenia potrzebnej długości hamulca przyjmuje się zazwyczaj $\mu = 0{,}10$, a nawet z uwzględnieniem współczynnika pewności $1{,}3-\mu = 0{,}10/1{,}3 = 0{,}077$.

Dociśnięta belka hamulcowa styka się z obręczą koła (rys. 9.37) na powierzchni o polu $2S$ [m^2], w obrębie której powstaje tarcie. Przy jednostkowym nacisku belki na koło



9.38.
Elementarny obrót koła wagonu w hamulcu torowym szczękowym

p [N/m^2] wartość nacisku jednej belki hamulcowej wynosi $P = 2Sp$ [N], powstająca zaś na każdej z powierzchni o polu S siła tarcia $F_{b1} = S_p$ [N]. Położenie punktów zaczepienia tych sił i ich kierunek wynikają z chwilowego obrotu koła wokół punktu styku koła z szyną (rys. 9.38). Ramię każdej z niej sił F_{b1} względem punktu M otrzymuje się jako wynik całkowania po powierzchni S

$$r_o = \frac{\int r \cdot dS}{dS}$$

gdzie:
r — jest odległością elementarnej powierzchni dS od punktu M

Punkt zaczepienia siły F_{b1} nie jest równoznaczny ze środkiem ciężkości powierzchni S; równoznaczność taką można założyć tylko w przybliżeniu. Ścisłe wyznaczenie wartości r_o jest trudne. G. Potthoff podaje przybliżony sposób obliczenia tej wartości, a B. Gajda — wykreślny sposób wyznaczenia.
Stosunek $\xi = r_o/R$, gdzie R, promień okręgu tocznego koła wagonu, można za B. Gajdą nazwać wskaźnikiem zagłębienia kół wagonu. Wartość tego wskaźnika dla kół z nowymi obręczami określa się za pomocą przybliżonego wzoru E. Grassmanna:

$$\xi = 5{,}04\ (h - b/2)$$

gdzie:
h — wzniesienie górnej krawędzi belki hamulcowej nad główką szyny [m],
b — szerokość/wysokość/belki hamulcowej [m]
Zużycie obręczy powoduje zwiększenie wartości wskaźnika o 30 do 40%.

W czasie toczenia się koła wagonu i przesuwania się jego osi o elementarny odcinek dl (rys. 9.38), promień OM wykonuje chwilowy obrót o kąt φ wokół wykonują wszystkie punkty koła, a więc i punkty przyłożenia sił F_{b1}. Elementarna praca tych sił wynosi więc $2F_{b1} r_o d\varphi$. Parę sił F_{b1} można zastąpić przez siłę F_{bo}, działającą na oś zestawu kołowego i wykonującą pracę $F_{bo} R d\varphi$. Z równości

$$F_{bo} R d\varphi = 2F_{b1} r_o d\varphi$$

otrzymuje się

$$F_{bo} = 2F_{b1} \frac{r_o}{R} = 2Sp\mu\xi = R\mu\xi \qquad [N]$$

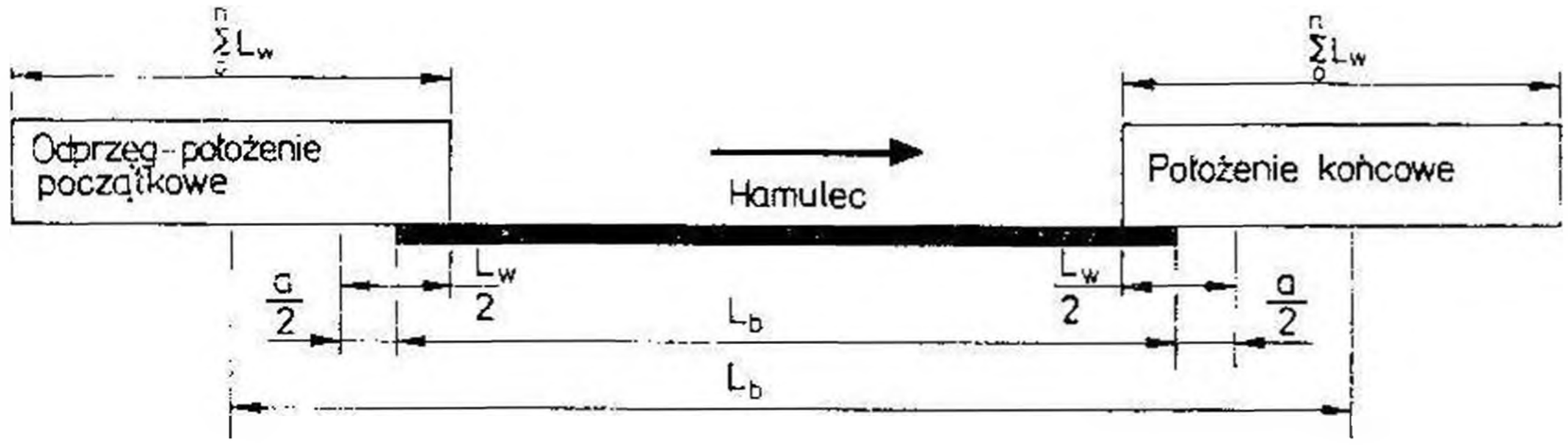
216 Sumaryczna siła hamowania działająca na wszystkie zestawy kołowe, znajdujące się w obrębie hamulca torowego

$$F_b = \sum_{0}^{n=1} F\mu\xi \qquad [\mathrm{N}]$$

Siła hamowania zwiększa się wraz ze wzrostem wartości ξ, co następuje w miarę wznoszenia belek hamulcowych nad główką szyny, tj. w miarę zwiększenia wartości h i zmniejszania ich szerokości b. Największa możliwa wartość h jest uzależniona od skrajni hamulców torowych, ustalonej zarówno dla kolei UIC, jak i SŻD. Ogólnie wartość h nie może przekraczać 0,12 do 0,14 m. Jak poprzednio współczynnik siły hamowania

$$\beta = F_b/mg$$

Wartość β dla pojedynczych wagonów przejeżdżających przez hamulec torowy pomostowy nie przekracza 0,30 do 0,40, jest jednak znacznie mniejsza (0,10 do 0,20).
W przypadku hamulców o pośrednim działaniu nacisk belki hamulcowej P jest proporcjonalny do nacisku koła na szynę Q_o (rys. 9.35), a więc siła hamowania F_b jest proporcjonalna do masy wagonu; współczynnik siły hamowania F_b ma wartość stałą, niezależnie od masy hamowanego wagonu.
W przypadku hamulców o bezpośrednim działaniu, współczynnik siły hamowania — przy tym samym nacisku belki hamulcowej na koła wagonu — zmienia swą wartość zależnie od jego masy.
Należy zwrócić uwagę, że przy hamowaniu za pomocą hamulców torowych pomostowych długość drogi hamowania nie jest równoznaczna z długością hamulca (belek



9.39. Długość drogi hamowania odprzęgu w hamulcu torowym pomostowym

hamulcowych). Potrzebną długość drogi hamowania, a tym samym — potrzebną długość hamulca można wyznaczyć z warunku zachowania energii, obliczając jednak pracę hamowania według wzoru (rys. 9.39).

$$A_b = (i - w_{śr}) \cdot mg \cdot l_b - \Sigma P\mu\xi I_b \qquad [\mathrm{J}]$$

gdzie:

$l_b = L_b + a + \sum_{0}^{n-1} L_w$ — długość drogi hamowania (strefy działania hamulca) [m],
L_b — długość hamulca [m],
a — średni rozstaw osi skrajnych wagonów odprzęgu [m],
L_w — długość wagonu [m],
n — liczba wagonów w odprzęgu

W obrębie długości działania hamulców torowych wysokość energii kinetycznej zmniejsza się o wartość

$$h_b = \beta l_b \qquad [\mathrm{m}]$$

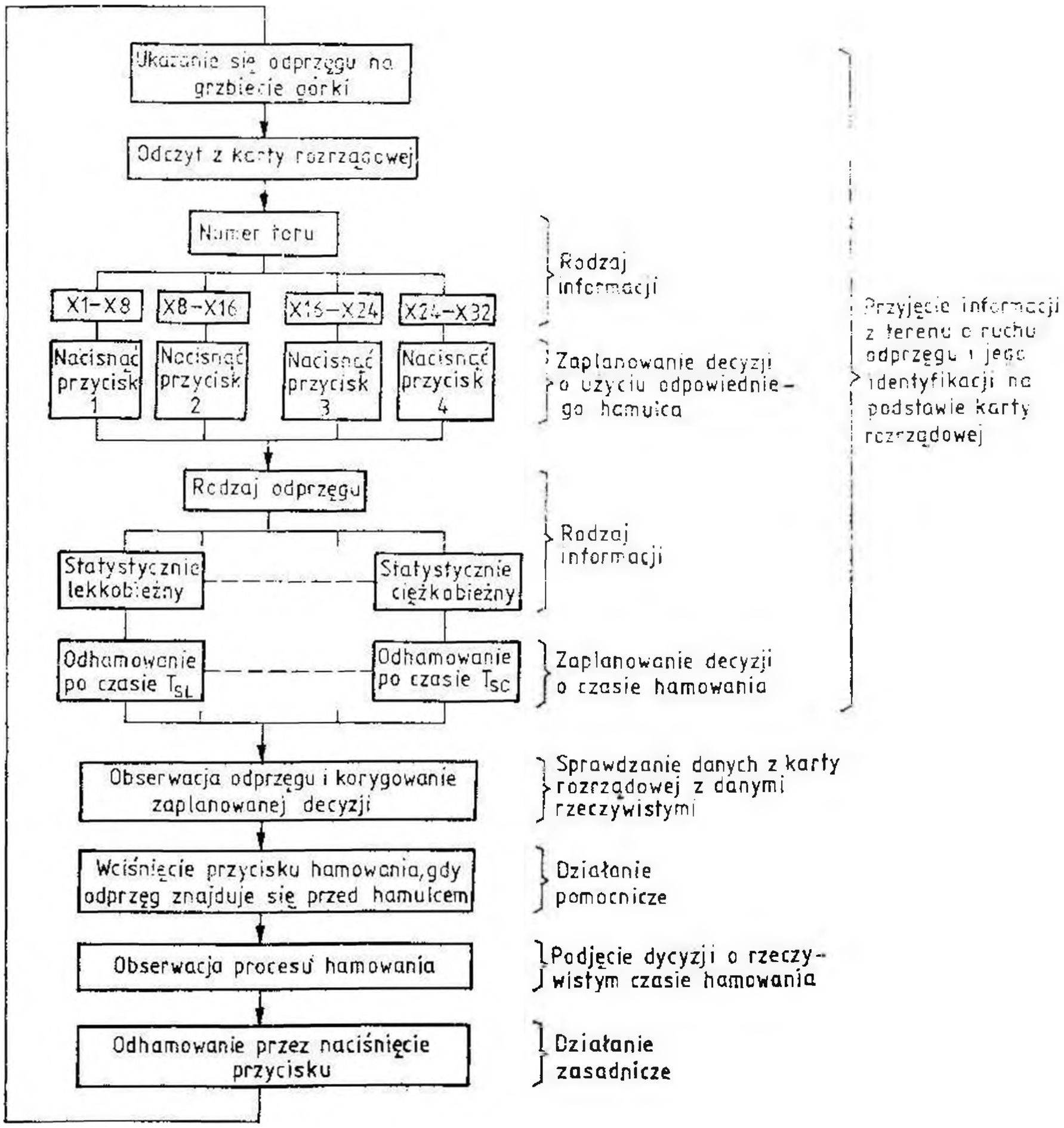
Jeżeli droga hamowania rozpoczyna się w punkcie A, a kończy w B, to równanie przybiera postać:

$$\frac{v_A^2}{2g'} + i \cdot l_b = (w_{śr} + \beta)\, l_b + \frac{v_A^2}{2g'} \qquad [\mathrm{m}]$$

Jeżeli na drodze hamowania początkowa prędkość odprzęgu v_A ma ulec zmniejszeniu do wartości v_B, to potrzebna wysokość energii kinetycznej hamowania wynosi:

$$h_b = \beta l_b = \frac{v_A^2 - v_B^2}{2g'} + (i - w)\, l_b \qquad [\mathrm{m}]$$

Algorytm pracy operatora odstępowych hamulców torowych przedstawia rysunek 9.40.



9.40. Algorytm pracy operatora hamulców torowych odstępowych

9.11. Wymagania dla układów torowych górki rozrządowej

Zagadnieniem oceny i optymalizacji ukształtowania strefy rozgałęźnej grupy kierunkowych stacji rozrządowych zajmował się G. Potthoff.

Układ dróg zwrotnicowych w strefie rozgałęźnej grupy kierunkowej można uważać za prawidłowy, gdy — spełniając wszystkie warunki techniczne — umożliwia obniżenie nakładów inwestycyjnych na budowę górki rozrządowej oraz kosztów eksploatacji.

Strefa rozgałęźna, licząc od pierwszego do ostatniego rozjazdu, musi więc być jak najkrótsza i tak zbudowana, aby suma wszystkich oporów ruchu była na każdym kierunku możliwie jednakowa i mała: tą drogą uzyskuje się, zmniejszenie wysokości górki rozrządowej. Muszą być przy tym zapewnione odcinki proste odpowiedniej długości dla ułożenia w nich hamulców torowych, dla urządzenia baz pomiarowych itp., a sam układ torowy musi być uzależniony od kształtowania profilu podłużnego.

Staczające się z górki rozrządowej odprzęgi powinny rozdzielać się na rozjazdach bliższych grzbietu górki, gdyż tam nie następuje doganianie się wagonów, które mogłyby spowodować albo niemożność przestawienia zwrotnicy między kolejnymi odprzęgami, kierowanymi na różne tory, albo kolizje między wagonami na odcinku przed ukresem. Zmniejszone prawdopodobieństwo rozdzielania się odprzęgów na ostatnich rozjazdach pozwala zwiększyć prędkość spychania wagonów z górki, a zatem zwiększyć jej zdolność przerobową.

Wreszcie pożądany jest taki układ dróg zwrotnicowych, aby rozrządzane wagony przejeżdżały przez możliwie małą liczbę rozjazdów, pozwalając osiągnąć mniejsze ich zużycie, a więc rzadszą wymianę.

Aby spełnić przedstawione postulaty, stosuje się dziś układ symetryczny dróg zwrotnicowych strefy rozgałęźnej, rozjazdy o dużych skokach (do 1 : 4,8) łuki o małych promieniach (150 m) — również w rozjazdach, łuki i przeciwłuki możliwie bez wstawek prostych między nimi, starając się jak najwcześniej rozwinąć układ wszerz i zbudować go tak, aby ostatnie ukresy leżały na obwodzie łuku kołowego zatoczonego z osi grupy torów.

Teoretyczną, minimalną długość strefy rozgałęźnej można obliczyć na podstawie schematu przedstawionego na rysunku 9.41.

$$L = 2\sqrt{r^2 - \left[r - \frac{(n-2)a}{4}\right]^2} \qquad [\mathrm{m}]$$

gdzie:

r — przyjęty minimalny promień łuków w rozjazdach [m],

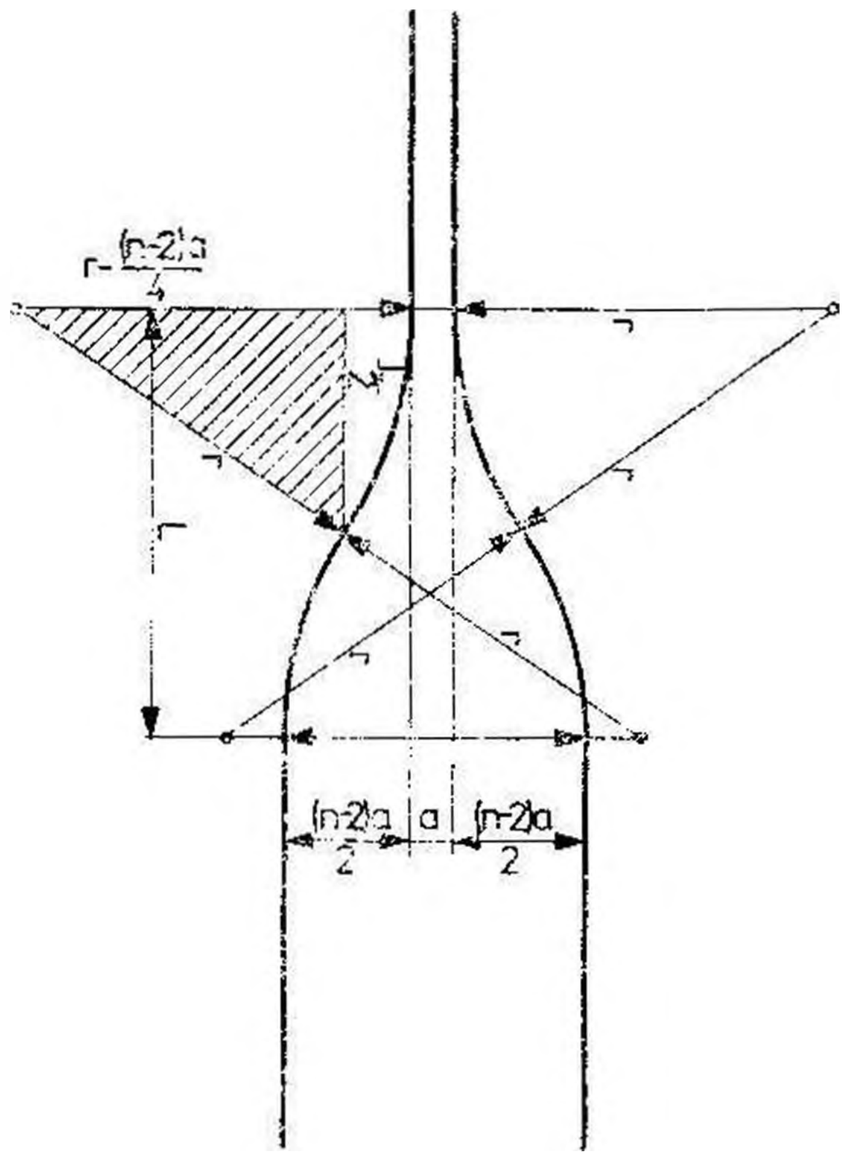
a — odstęp między torami [m],

n — liczba torów w grupie kierunkowej.

Dla uzyskania symetrii stosuje się układ o 2,4 lub 8 wiązkach po 6 lub 8 torów w każdej. Chcąc otrzymać 3 lub 6 wiązek trzeba zastosować rozjazd podwójny symetryczny, gdyż w przeciwnym razie wystąpi asymetria układu. Gdy potrzebna liczba torów kierunkowych nie jest wielokrotnością 6 lub 8, wówczas projektuje się grupę z większą liczbą torów, tak aby stanowiła ona wielokrotność 6 lub 8, ale realizuje się tylko potrzebną ich część.

Układ symetryczny nie zapewnia najmniejszego możliwego zużycia zwrotnie, gdy tory kierunkowe nie są jednakowo obciążone. Jak bardzo układ symetryczny różni się pod tym względem od optymalnego przy danym obciążeniu poszczególnych torów kierunkowych, można określić stosując metodę kodu Shannona-Fano.

Przy jednym torze na górce rozrządowej uzyskuje się krótszą głowicę.

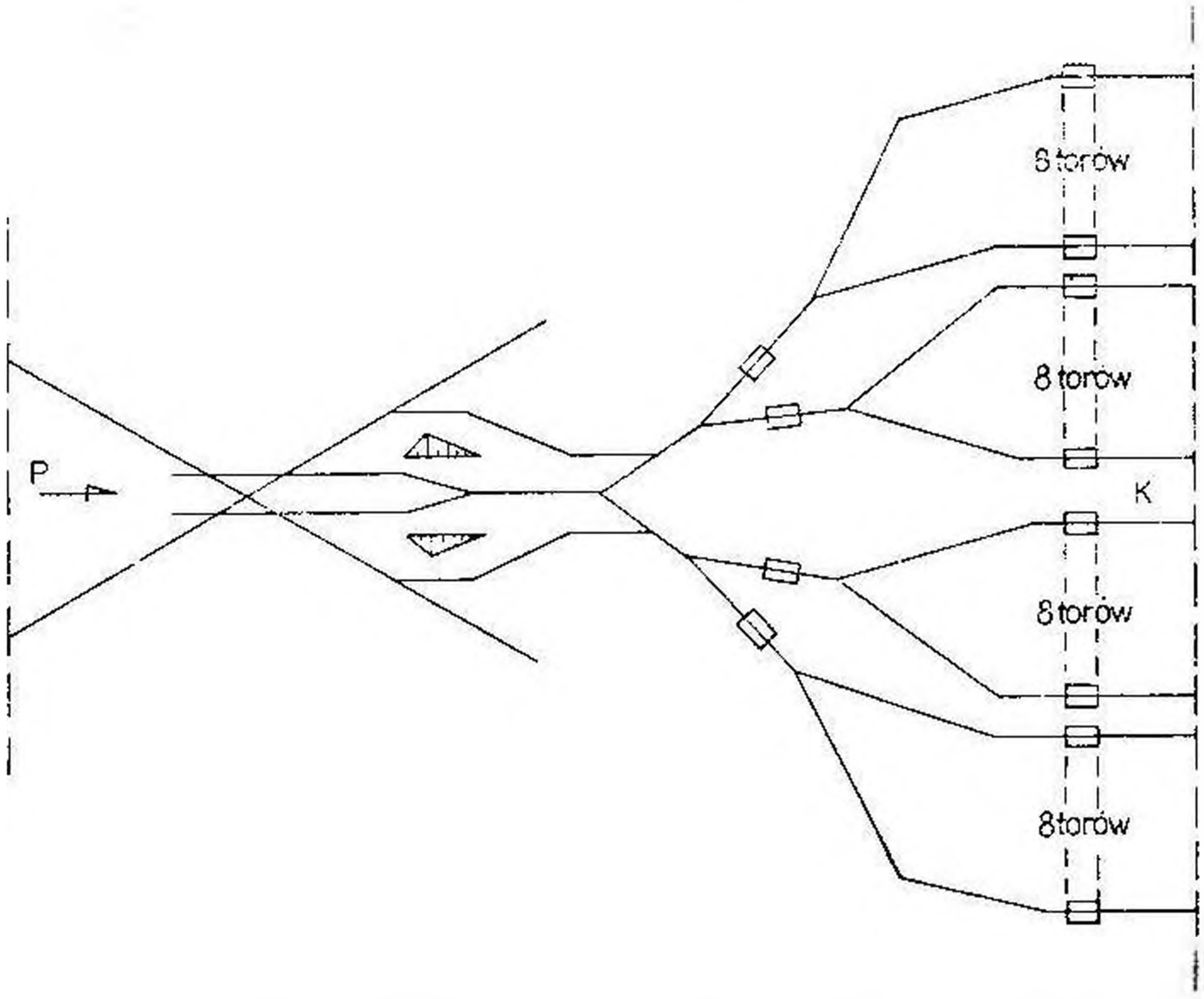


9.41.
Minimalny obrys strefy rozgałęźnej grupy kierunkowej stacji rozrządowej

Stosowanie dwóch torów na górce jest często uzasadnione możliwością prowadzenia rozrządzania nawet wtedy, gdy na jednym torze następuje awaria. Jest to jednak mało prawdopodobne, gdyż przy występowaniu awarii — jak wskazuje praktyka — najczęściej oba tory muszą być zamknięte. Bezawaryjność pracy należy raczej zapewniać, projektując nawierzchnię o odpowiednio podwyższonych parametrach, tzn. cięższe szyny — grubsza warstwa tłucznia i grubsza warstwa odsączająca. Istnieje w tym przypadku szansa wyeliminowania losowych awarii spowodowanych nagłym uszkodzeniem nawierzchni. W kolejnictwie światowym są stosowane jedne i drugie rozwiązania, z tym, że koleje angielskie i niemieckie preferują górkę z jednym torem, a francuskie — z dwoma torami.

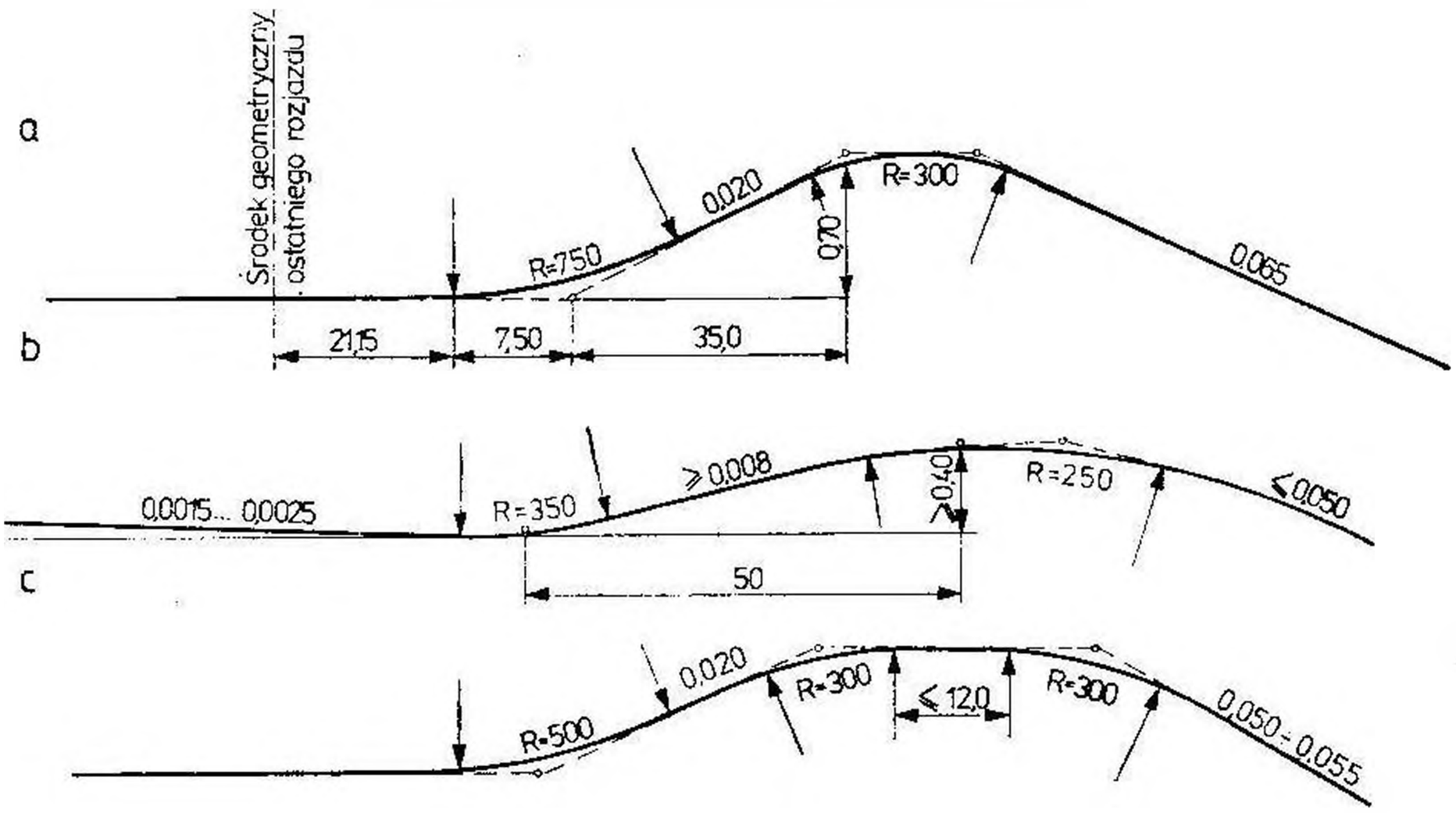
W kolejnictwie polskim dla dużych stacji rozrządowych projektowanych przez „Kolprojekt", takich jak stacje: Warszawa Praga, Lublin Tatary, Strzemieszyce Huta przyjęto zasadę jednego toru do staczania z górki rozrządowej (z hamulcem torowym) oraz dwóch torów napychania na grzbiet górki. Umożliwia to podstawienie składu czekającego na rozrządzanie przy równoczesnym rozrządzaniu innego, co w efekcie skraca czas na oczekiwanie podstawienia składu do rozrządzania (rys. 9.42).

Stosowanie torów objazdowych górki wydłuża strefę podziałową i dlatego nie jest zalecane przez koleje DR. Powoduje to konieczność włączenia wagonów, których nie wolno przetaczać przez górkę, na początku lub końcu składu, aby ułatwić podstawianie ich przed lub po wykonaniu rozrządzenia składu.



9.42. Schemat rejonu górki rozrządowej z dwutorowym dojazdem do jej grzbietu

W projektowanych stacjach dla PKP tory objazdowe są zawsze uwzględniane, co wynika z arbitralnego ustalenia, zasługującego na głębsze rozważanie korzyści i strat.
Wieloletnie doświadczenia w zakresie budowy i eksploatacji stacji rozrządowych doprowadziły do powstania ogólnych zasad projektowania profilu górek rozrządowych. Zasady te uległy ewolucji i w różnych krajach uzyskały różne formy, często ze względu na specyfikę taboru wagonowego poszczególnych zarządów kolei.



9.43. Typowe profile górek rozrządowych (*a*—*c*)

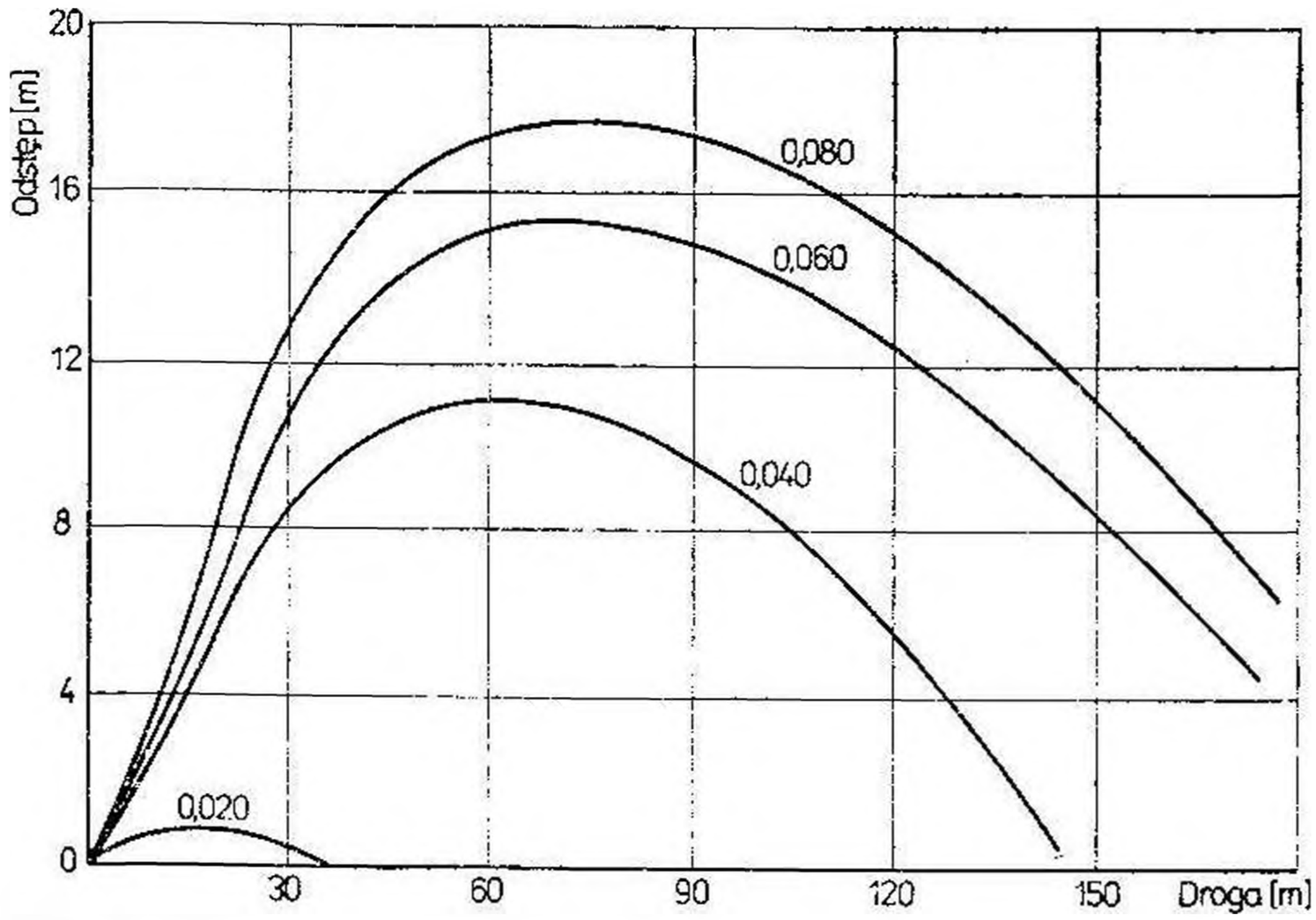
Pierwszym elementem profilu górki jest odwrotny spadek przed jej grzbietem. Zadaniem tego wzniesienia jest ułatwienie rozprzęgania wagonów przy dociśniętych zderzakach oraz zapobieżenie zbieganiu odprzęgów z górki w wypadkach nagłego przerwania rozrządzania. Długość odcinka z odwrotnym spadkiem powinna odpowiadać największej spodziewanej długości jednego odprzęgu, którego czoło zbliża się do punktu zrywu. Na kolejach SŻD wymaga się, aby to było pochylenie, co najmniej 0,008 na długości, co najmniej 50 m (Δh = 0,4 m — rys. 9.43*b*), a na kolejach DR stosowano pochylenie 0,020 na długości 25 do 35 m (Δh = 0,5–0,7 m — rys. 9.43*a*). Polskie wytyczne w zakresie projektowania zalecają stosowanie pochylenia 0,020 (rys. 9.43*c*).

Można by uważać, że na grzbiecie górki następuje bezpośrednie przejście ze spadku odwrotnego na spadek stoczni. Aby jednak realniej określać wysokość górki, wprowadza się tylko teoretycznie istniejący poziomy odcinek, równy sumie długości stycznych do łuków pionowych na grzbiecie górki. Na kolejach SŻD stosuje się łuki o różnych promieniach na przejściu z odcinka o spadku odwrotnym (r_1 = 350 m) i na przejściu na spadek stoczni (r_2 = 250 m — rys. 9.43*b*); i w Polsce zaleca się stosowanie jednolitego łuku o promieniu r = 300 m (rys. 9.43*a*, *c*) zaś SŻD zaleca r = 250 m. Zastosowanie możliwie małych promieni łuków pionowych ma na celu uzyskanie jak najmniejszego zróżnicowania położenia punktów zrywu wagonów ciężko- i lekkobieżnych. Promień r = 300 m uniemożliwia jednak rozrządzanie przez górkę wagonów platform z zagłębioną podłogą itp.; dopiero zastosowanie promienia r = 750 m pozwoliłoby rozrządzać przez górkę wszystkie wagony, bez względu na budowę ich ostojnic, jeśli nie jest to zabronione z innych przyczyn.

Zagadnienia właściwego ukształtowania profilu samej stoczni nie można oddzielić od zagadnienia ukształtowania dróg zwrotnicowych strefy rozgałęźnej głowicy torów kierunkowych i rozmieszczenia hamulców torowych; załomy profilu nie mogą leżeć w obrębie hamulców torowych pomostowych, hamulce torowe nie mogą być ułożone w łukach, itd. Niemniej jednak istnieją wspomniane, ogólne zasady oraz metody projektowania profilu stoczni.

Przy kształtowaniu profilu stoczni chodzi przede wszystkim o to, aby jak najbardziej zmniejszyć różnice w czasie staczania się wagonów ciężkobieżnych i lekkobieżnych, co daje możliwość zwiększenia prędkości ich spychania, a zatem zwiększenia zdolności przerobowej górki a tym samym całej stacji. Osiąga się to przede wszystkim przez zastosowanie jak największego pochylenia początkowego stoczni oraz przez konstruowanie możliwie krótkiej strefy rozgałęźnej głowicy torów kierunkowych.

Im większe jest pochylenie stoczni, tym mniejsze znaczenie mają różnice wartości zasadniczych oporów wagonów. Jeżeli współczynnik zasadniczych oporów wagonu lekkobieżnych wynosi 0,003, ciężkobieżnego zaś — 0,007 to na spadku 0,080 na pierwszy z tych wagonów działa siła przyspieszająca (0,080–0,003) mg = 0,077 mg, na drugi — (0,080–0,007) mg = 0,073 mg; różnica w odniesieniu do jednostki masy wynosi zaledwie 5,5%. Na pochyleniu czterokrotnie mniejszym — 0,020, otrzymuje się w pierwszym przypadku siłę 0,017 mg — w drugim — 0,013 mg, a więc różnicę niemal sześciokrotnie większą, bo 31%. Na rysunku 9.44 przedstawiono, jak kształtują się odstępy między zderzakami wagonu ciężkobieżnego i staczającego się za nim lekkobieżnego w zależności od spadku stoczni przy prędkości początkowej v_0 = 2 m/s. Z rysunków 9.44 i 9.18 wynika

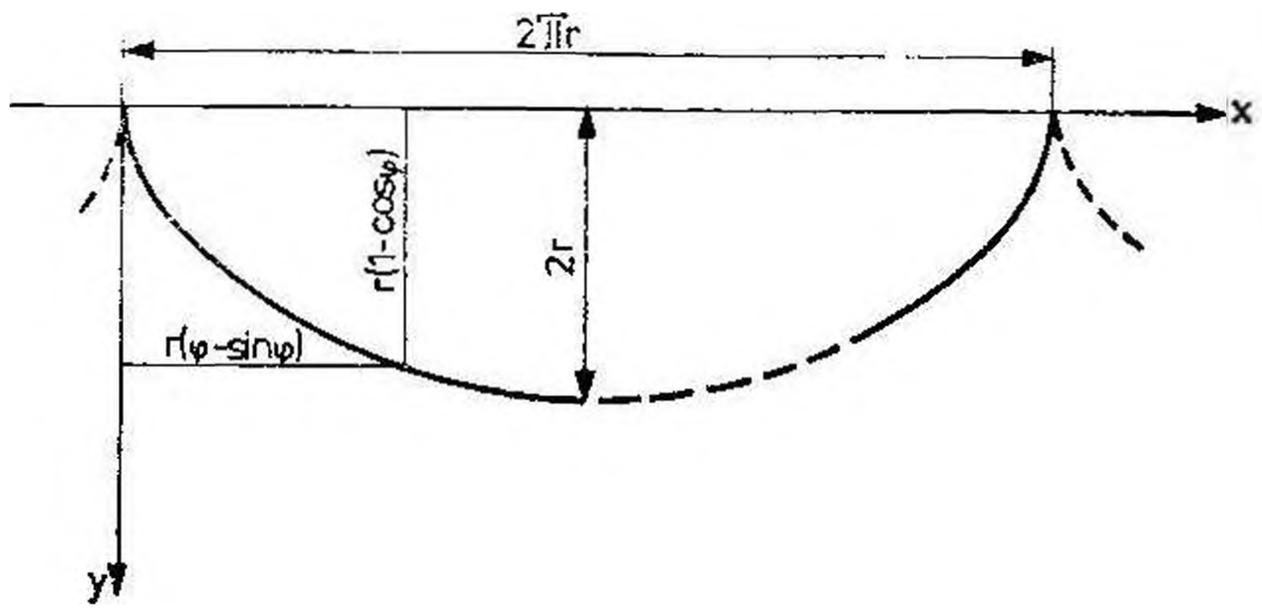


9.44. Wpływ spadku stoczni na odstęp między wagonem ciężkobieżnym, a staczającym się za nim wagonem lekkobieżnym

również, że wraz z wydłużeniem się drogi staczania maleją odstępy między wagonami.

Należy zauważyć, że gdyby chodziło o skonstruowanie takiego profilu stoczni, aby wagon przebywał po niej drogę do punktu na określonej wysokości i w określonej odległości w jak najkrótszym czasie, to musiałaby to być cykloida, nazywana również ze względu na tę jej właściwość brachistochroną (rys. 9.45). Krzywa ta ma jednak zbyt wielkie pochylenie początkowe. Niemniej jednak stosowane profile stoczni są podobne w pewnym stopniu do przebiegu cykloidy, gdyż charakteryzują się stopniowo zmniejszającym się spadkiem.

Praktycznie, pochylenie górnej, początkowej części stoczni przyjmuje się w granicach od 0,040 do 0,070. Górna granica tej wartości, ustalana przez różnych autorów w przedziale od 0,070, jest uwarunkowana możliwością pokonania przez lokomotywę manewrów tego pochylenia z rozpędu przy jeździe z kilkoma wagonami z torów kierunkowych na górkę. Do czasu stosowania lokomotyw manewrowych parowych należy uwzględniać dodatkowe ograniczenie tego spadku do 0,066 z uwagi na obawę przed wynurzeniem z wody podniebienia kotła. Jeszcze dalsze ograniczenie trzeba brać pod uwagę w przy-

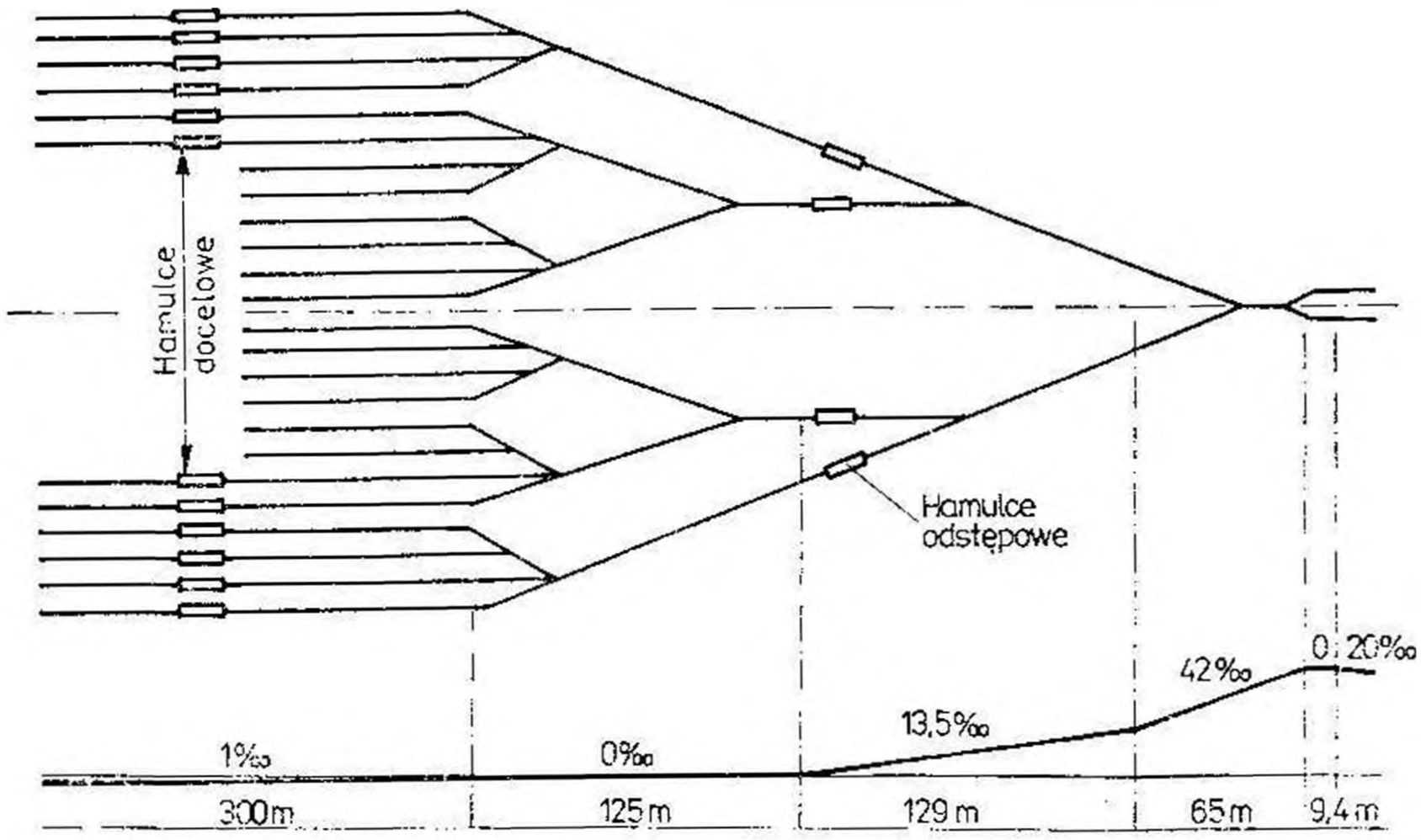


9.45.
Cykloida zwykła
(brachistochrona)

padkach sprzęgów samoczynnych; np. samoczynne sprzęgi rozprzęgają się, gdy różnica pochyleń wynosi 0,055 i więcej. Stąd na stacjach, na których rozrządza się takie wagony nie stosuje się spadków stoczni ponad 0,050 (przy trakcji parowej 0,040), a spadki odwrotne przed górką ogranicza się do 0,008. Wytyczne kolei niemieckich zezwalają na spadki do 0,065, wytyczne projektowania kolei polskich zalecają spadek w granicach od 0,040 do 0,055.

Następny, przejściowy (pośredni) odcinek stoczni układa się w spadku 0,010 do 0,020 (według polskich wytycznych projektowania 0,010 do 0,017). W obrębie tego odcinka umieszcza się hamulce torowe; spadek o takiej wartości zapewnia ponowne toczenie się wagonów całkowicie zatrzymanych w hamulcach torowych. Mały spadek u podnóża stoczni — jak wynika z wykresu wysokości energii kinetycznej — zmniejsza największą prędkość staczania bez zmiany wysokości górki: nie zawsze jest on stosowany. W Polsce zaleca się układanie torów w grupie kierunkowej w spadku dwustronnym w kierunku środka grupy o pochyleniu nie przekraczającym 0,0015.

Załomy spadków odwrotnych u podstawy górki zaokrągla się promieniami o długości 500 m. Odległość początku pierwszego rozjazdu od grzbietu górki nie powinna być mniejsza niż 20 m. Schemat strefy rozgałęźnej górki rozrządowej przedstawia rysunek 9.46.



9.46. Schemat strefy rozgałęźnej górki rozrządowej

9.12. Układy torowe zautomatyzowanych górek rozrządowych

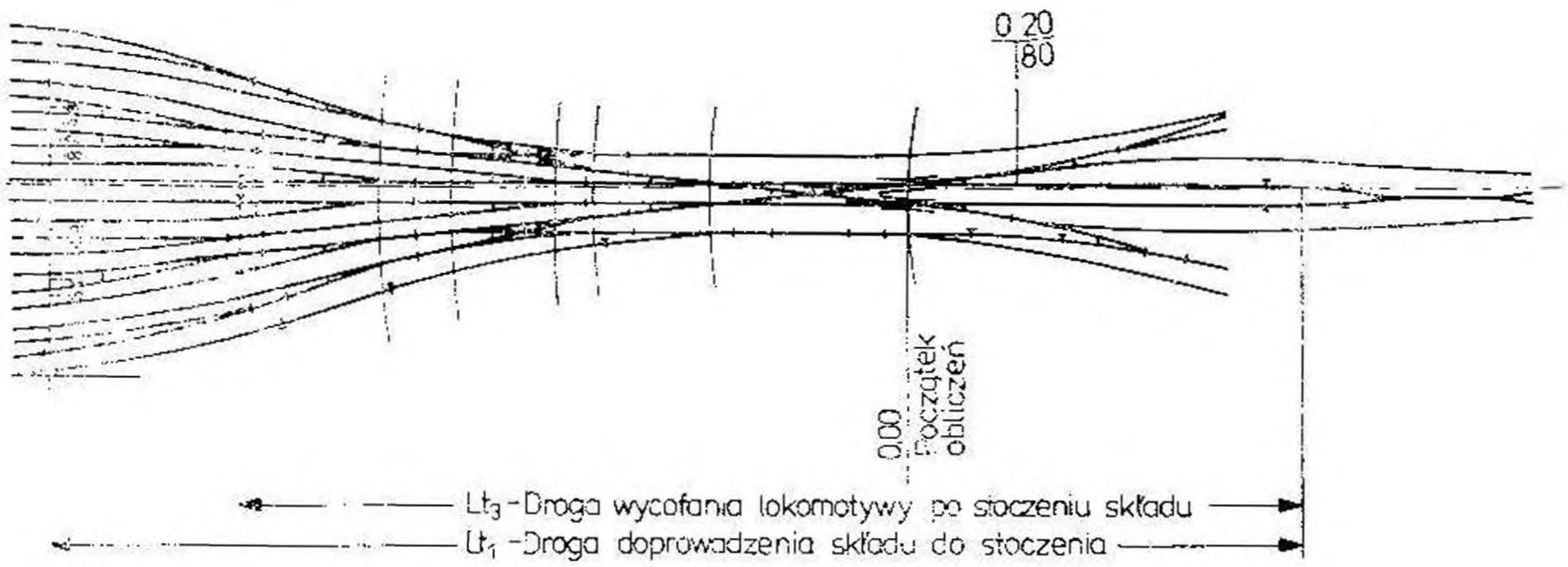
9.12.1. Plan stoczni rozrządowej

Prawidłowo zaprojektowana stocznia rozrządowa, aby spełniać wymagane warunki, musi mieć:

— jasny i przejrzysty układ torów i rozjazdów,

— właściwe długości odcinków izolowanych przy każdym rozjeździe,
— prawidłową odległość pierwszej zwrotnicy podziałowej od grzbietu górki,
— prawidłową odległość hamulca odstępowego od grzbietu górki (przy dwóch hamulcach odpowiednie ich rozmieszczenie),
— dostateczną długość odcinka prostej przed hamulcem dla umieszczenia radarów,
— prawidłową odległość ostatniej zwrotnicy od hamulca odstępowego.

Ponadto duże znaczenie dla wydajności górki na odległość od semafora wyjazdowego na grupie przyjazdowej do grzbietu górki oraz odległości od grzbietu górki do odcinka zwalniającego przebieg po wycofaniu lokomotywy, która skończyła rozrządzanie (drogi L_{t_1} i L_{t_3} na rys. 9.47) [86, 87]. Drogi te muszą być w miarę możliwości krótkie.



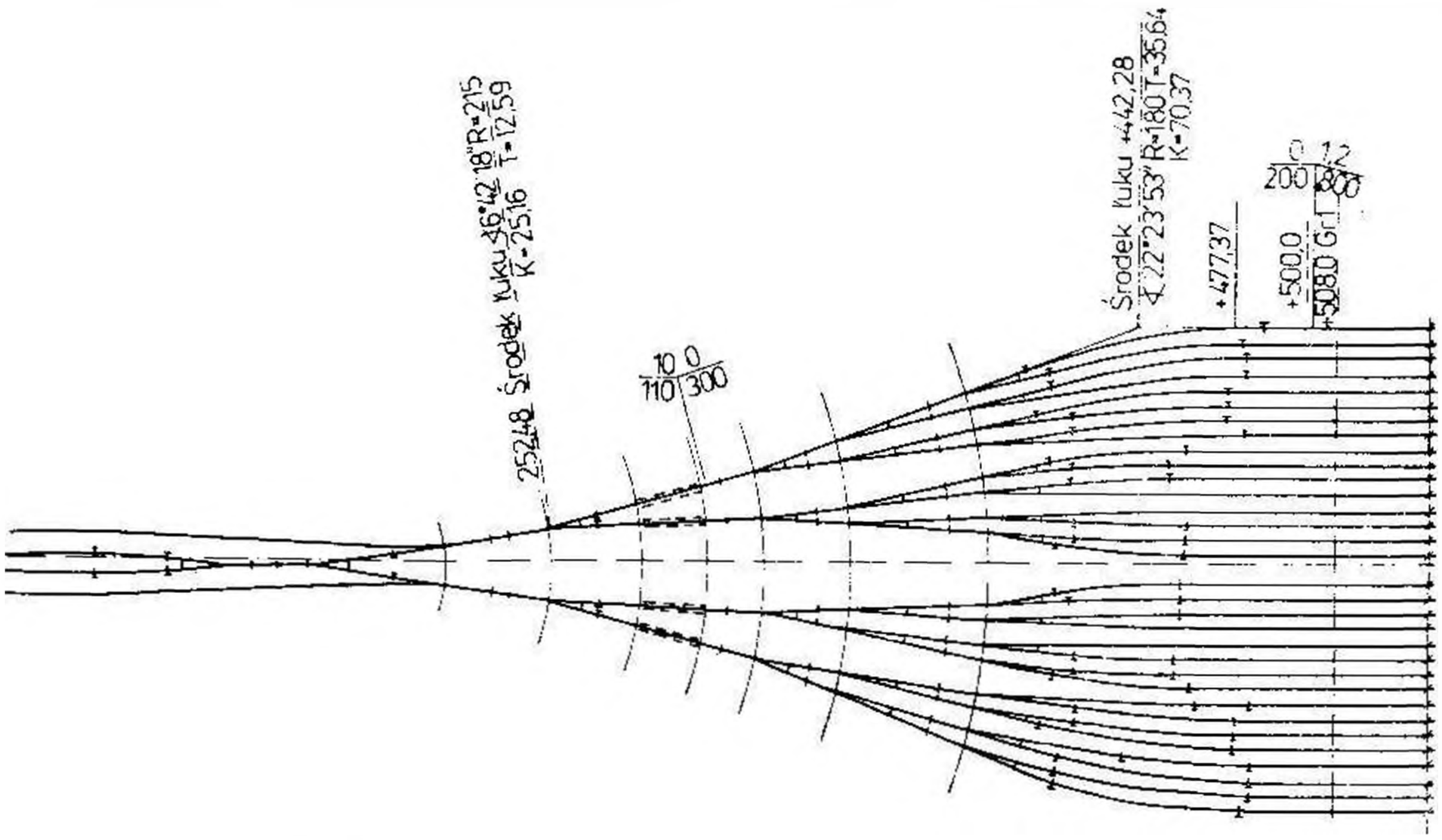
9.47. Przykład symetrii koncentrycznej

Stacja rozrządowa, przeznaczona do automatyzacji o dużej przerobowości, musi mieć symetryczny układ torów i rozjazdów w głowicy od strony górki. Najlepiej podzielić grupę kierunkową na wiązki ośmio- lub sześciokątne. Osiągamy przez to dwie korzyści. Pierwsza — przy najmniejszym zajęciu terenu długość prawie wszystkich torów jest jednakowa. Druga — odległość od wierzchołka górki do każdego punktu podziału jest taka sama na poszczególnych zwrotnicach w strefie rozdzielczej. Czasy przebiegów poszczególnych odprzęgów są wtedy na tyle do siebie zbliżone, że pozwala to na napychanie składu na grzbiet górki z dużą prędkością (od 1,3 m/s do 1,6 m/s). Wprawdzie na poszczególnych zwrotnicach dzieli się coraz mniej odprzęgów, ale dla utrzymania tempa rozrządzania odprzęgi muszą przejeżdżać przez wszystkie rozjazdy w takim odstępie jeden za drugim, aby nie było najeżdżania, mylników lub chwilowego zatrzymania napychania, co powoduje zmniejszenie wydajności.

Przy projektowaniu symetrycznych układów torów i rozjazdów rozróżnia się dwa rodzaje symetrii.

Symetria koncentryczna — wszystkie początki rozjazdów każdego kolejnego punktu podziału leżą na okręgu koła, zakreślonego z punktu matematycznego pierwszego rozjazdu na grzbiecie górki (rys. 9.48 i 9.49) [86, 87]. Wtedy drogi przebiegu odprzęgów od każdego punktu są równe, a odstępy czasowe między odprzęgami zapewniają bezpieczną pracę.

Symetria osiowa — wszystkie rozjazdy leżące po jednej stronie osi symetrii są lu-



9.48. Przykład symetrii koncentrycznych

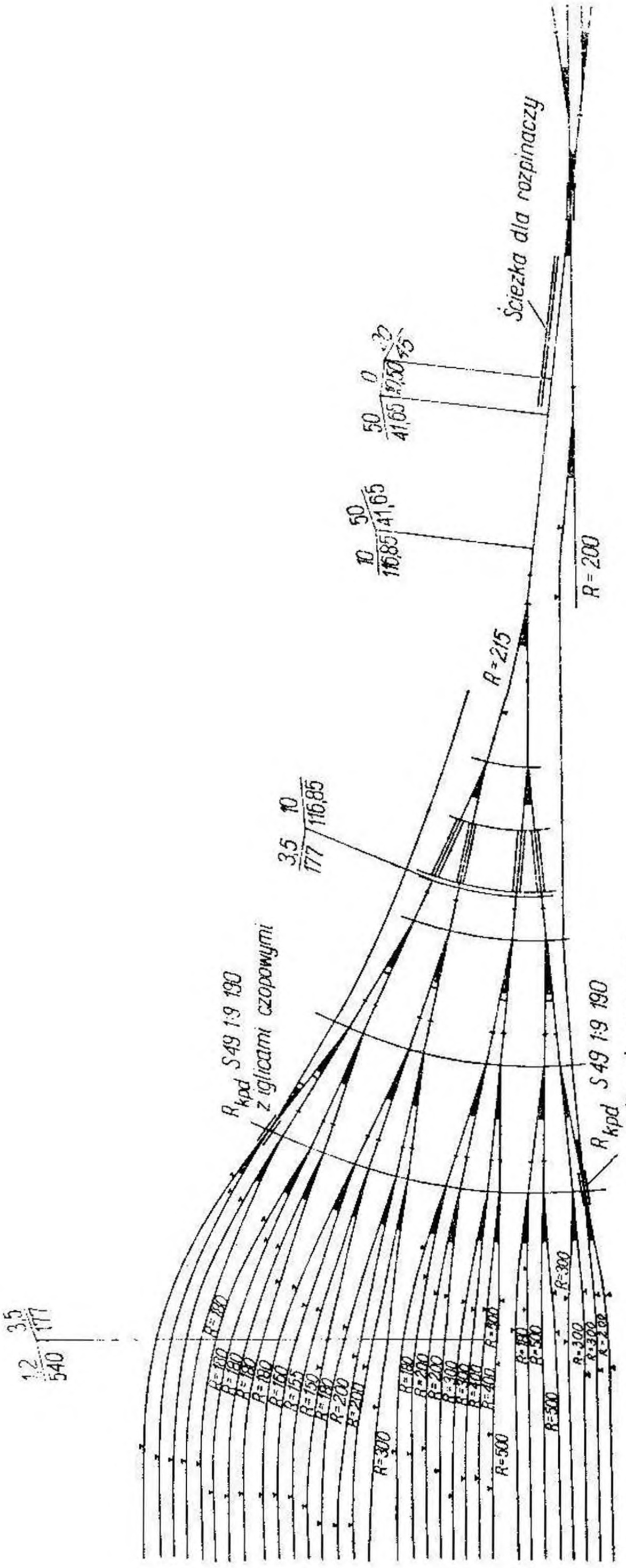
strzanym odbiciem rozjazdów, leżących z drugiej strony tej osi. Jest to do pewnego stopnia symetria koncentryczna (tylko w niektórych punktach brak odpowiednika (rys. 9.50) [86, 87]. Symetria osiowa daje szczególnie dobre wyniki przy nietypowej liczbie torów w grupie (np. 7, 9, 11 lub 12).

Symetrię układu rozjazdów w planie osiąga się stosując rozjazdy dwustronnie symetryczne o dużych skosach np. 1 : 4,8; 1 : 6,6; 1 : 7,5; 1 : 9; oraz przedłużające łuki rozjazdów w planie poza rozjazd, np. za rozjazd 1 : 4,8 przedłuża się w planie łuk $R = 215$. CBPBRK dysponuje dość pokaźną liczbą różnych rozwiązań grupy kierunkowej dla 16, 24, 32 i 48 torów oraz kilkoma nietypowymi po 9, 10, 11 i 12 torów w wiązce (czyli 18, 20, 22 i 24 torów w grupie przy dwu wiązkach). Klasyczny i najłatwiejszy do rozwiązania jest układ, w którym osie grupy przyjazdowej, górki rozrządowej i grupy kierunkowej leżą na jednej prostej. Trudności zaczynają się dopiero wtedy, gdy któraś z głowic leży w łuku, albo jest przesunięta poprzecznie. Wtedy wyraźnie widać, jakie korzyści daje zastosowanie rozjazdów symetrycznych i łuków poziomych o promieniach rozjazdowych stanowiących jeden ciągły łuk.

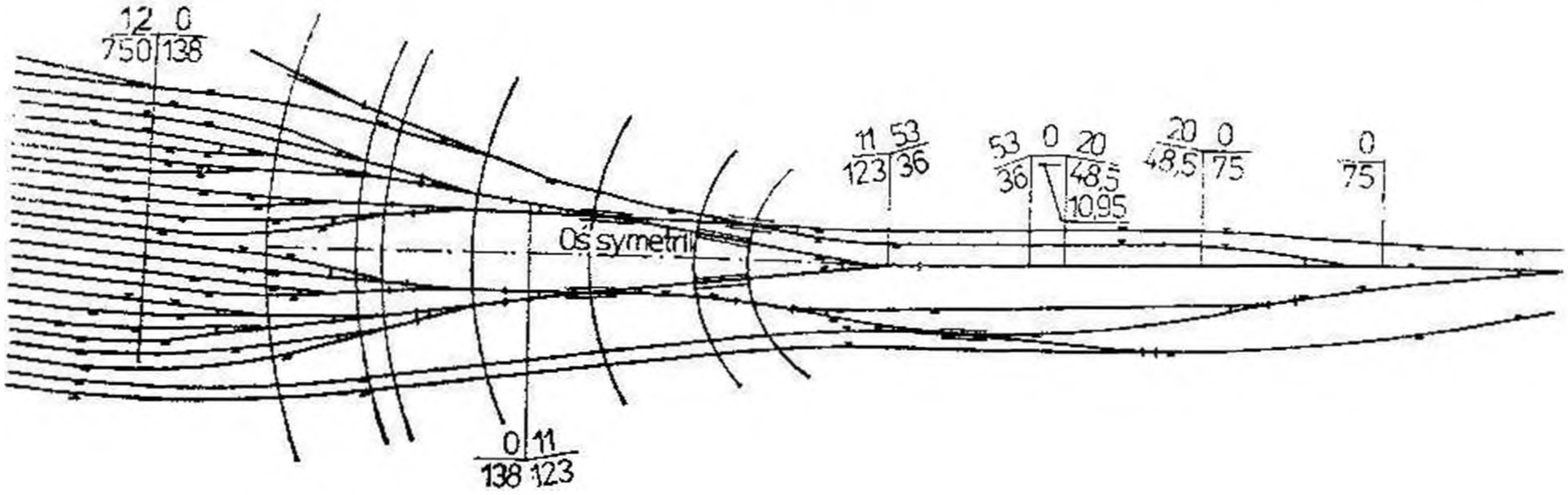
W rozwiązaniach wykonanych tą metodą, drogi przebiegu są prawie równe (w granicach 3–5 m), ale nie są jednakowe opory ruchu.

Obliczenia kinetyczne, wykonane dla takich stacji, wykazały, że różnice czasowe t przebiegu poszczególnych odprzęgów przez odpowiadające sobie odcinki izolowane są jeszcze dostatecznie długie dla zapewnienia bezpiecznego staczania i właściwej wydajności.

Rozwiązując głowice rozjazdowe grupy kierunkowej, należy unikać rozjazdów podwójnych krzyżowych z iglicami szynowo-sprężystymi, gdyż mają one długi odcinek izolowany (aż 27,27 m). Zmniejsza się przez to prędkość napychania do 0,8 m/s, czyli zmniejsza się wydajność o 20% do 40% i cała korzyść przebudowy równa się zeru.



9.49. Przykład symetrycznej koncentracji z przesunięciem głowicy grupy kierunkowej



9.50. Przykład symetrii osiowo-koncentrycznej

Wolno stosować rozjazdy krzyżowe podwójne z iglicami czopowymi i zakładać izolację w stykach naturalnych. Próba wykonania rozjazdu S-49, 1 : 9 $R = 190$ podwójnego krzyżowego, przystosowanego do górek rozrządowych o krótkim odcinku izolowanym wykonana przez CBKBBK nie powiodła się. W Centralnym Biurze Projektowo-Badawczym Budownictwa Kolejowego w Warszawie opracowano uniwersalny pakiet programów do obliczeń kinetycznych górki rozrządowej na mikrokomputerze IBM PC/AT.

Pakiet programów zawiera następujące propozycje:

— Program obliczeń kinetycznych górki rozrządowej z jednoczesnym wyznaczeniem optymalnego profilu drogi zjazdu oraz obliczeniom wydajności górki rozrządowej (symbol programu LD39).

— Program wyznaczający minimalną i maksymalną prędkość napychania dla których zachowana jest bezkolizyjna praca górki w strefie rozdzielczej (symbol programu LV 39).

— Program wyznaczający długości przerw w napychaniu, przy zapełnieniu „strefy martwej" (symbol programu LMS 39).

— Program obliczający prędkości wyjścia z hamulca kierunkowego przy zapełnianiu toru kierunkowego (symbol programu LZTK 39).

— Program wyznaczający czasy doprowadzenia składu do staczania oraz wycofywanie lokomotywy po stoczeniu składu (symbol programu LDSW 10).

— Program graficznego przedstawienia parametrów ruchu odprzęgów wraz z geometrią układu drogi zjazdu (symbol programu LPLGT 39).

Program LD 39

Obliczenia są prowadzone dla dwóch rodzajów odprzęgów ciężkobieżnego (C) oraz lekkobieżnego (L) staczanych w kolejności $C1$, $L2$, $L3$.

W czasie obliczeń program realizuje następujące zadania:

— wyznacza i drukuje czasy staczania oraz prędkości na kolejnych odcinkach izolowanych dla odprzęgów C i L.

— sprawdza, czy odprzęgi kolejno staczane nie dopędzają się na odcinkach izolowanych lub hamulcach;

— wyznacza i drukuje optymalną wysokość górki rozrządowej (przez zmianę największego spadku, zmianę położenia załomu profilu bezpośrednio przed i bezpośrednio

za największym — spadkiem oraz zmianę dowolnie wybranego, wskazanego przez projektanta, spadku na drodze staczania;
— wyznacza i drukuje prędkości wyjazdu z hamulca dla kolejno staczanych odprzęgów;
— wyznacza i drukuje maksymalną prędkość napychania.

Program LV 39

— wyznacza największą i najmniejszą prędkość wyjazdu odprzęgu ładownego *L* z hamulca odstępowego przy założeniu, że odprzęg próżny *C* jest niehamowany, prędkość napychania jest maksymalna oraz zachowane jest bezpieczeństwo ruchu odprzęgów w strefie rozdzielczej,
— drukuje parametry ruchu odprzęgów *C* i *L* do zatrzymania lub dojazdu do punktu *GR2*,
— drukuje zestawienia wybranych współrzędnych drogi oraz prędkości odprzęgów dla maksymalnej i minimalnej prędkości wyjazdu z hamulca odstępowego.

Program LMS 39

— dla kolejnych punktów „strefy martwej" od punktu *GR1* do odcinka izolowanego za ukresem ostatniego rozjazdu są obliczane — prędkości wyjazdu z hamulca odstępowego, zapewniające dojazd do stojącego już odprzęgu z prędkością $v = 1{,}5$ m/s.
— wyznacza długość przerwy w napychaniu, zapewniającej bezpieczne staczanie w strefie rozdzielczej przy założeniu, że odprzęgi jadą na ten sam tor,
— drukuje zestawienia współrzędnych hamulca odstępowego i drogi dojazdu odprzęgu oraz prędkości odprzęgów i czasów przerwy.

Program LZTK 39

— oblicza i drukuje prędkości wyjazdu z hamulca kierunkowego zapewniające zatrzymanie odprzęgów w kolejnych punktach toru kierunkowego między *GR1* (hamulec kierunkowy) i *GR2* (najdalej wysunięty punkt na torze kierunkowym, do którego mogą dojeżdżać odprzęgi),
— drukuje zestawienie obliczonych prędkości i odpowiednich współrzędnych.

Program LDS 10

— wyznacza parametry ruchu pociągu (prędkość i czas doprowadzonego składu) na drodze od sygnału wyjazdowego do grzbietu górki,
— wyznacza parametry ruchu lokomotywy wycofywanej po stoczeniu składu od grzbietu górki rozrządowej do sygnału.

Do wyznaczonych programem czasów dodaje się czas nastawienia drogi przebiegu (1 s na przełożenie jednego rozjazdu) oraz czas na reakcję maszynisty (20 s) i czas na podanie sygnału „wolno przetaczać" (1 s).

Program LPLOT 39

— kreśli w postaci krzywych czasy kolejno staczanych odprzęgów *C1*, *L2*, *C3* jako funkcję $t = f(e)$,
— kreśli w postaci krzywych prędkości odprzęgów *C* i *L*, jako funkcje $v = f(s)$,

— kreśli w postaci krzywych wysokość energii odprzęgów C i L, jako funkcje $E = f(v)$,
— kreśli profil podłużny górki rozrządowej wzdłuż drogi staczania, z zaznaczeniem odcinka poziomego na wierzchołku górki.

Instrukcja eksploatacji

— wszystkie programy zapisane są w pamięci dyskowej w postaci skompilowanej,
— załadowanie programu do pamięci operacyjnej następuje po podaniu z klawiatury symbolu wybranego programu,
— jako pierwszy musi być wykonany program LDSW 10;
na skutek polecenia LDSW 10 na ekranie monitora pojawiają się żądania wprowadzenia danych, zgodnie z formularzem; po wprowadzeniu wszystkich danych zostaje obliczony najpierw czas doprowadzenia składu do stoczenia, a następnie czas wycofania lokomotywy po stoczeniu,
— drugi z kolei musi być wykonany program LD 39;
po napisaniu polecenia LD 39 na ekranie monitora pojawią się żądania wprowadzania danych, zgodnie z formularzem danych; po wprowadzeniu wszystkich danych zostają one zapisane w zbiorze na dysku (np. DAN 17.39) i następuje wykonanie obliczeń,
— pozostałe programy liczące korzystają ze zbioru danych utworzonego programem LD 39.
— program kreślący jest wykonywany w dwóch etapach;
najpierw wykonuje się program LPLOT 39, który tworzy na dysku numeryczny model wykresu o nazwie GÓRKA.PLT; następnie podaje się polecenie COFY GORKA.PLOT LPT1; na skutek tego polecenia następuje kreślenie na ploterze podłączonym do jednostki centralnej minikomputera do gniazda drukarki.

Wydajność dobową górki oblicza się na podstawie następującej technologii pracy.
Na stacji rozrządowej pracują minimum 2 lokomotywy manewrowe, jedna aktualnie przetacza skład przez grzbiet, a druga jedzie na koniec grupy przyjazdowej i podjeżdża do następnego składu, który ma być rozrządzany.
Obliczenia rozpoczyna się od momentu, w którym maszynista gotowy do rozrządzania pociągu otrzyma znak „wolno przetaczać".
Sumaryczny czas przetoczenia jednego składu przez grzbiet górki składa się z następujących czasów:
t_1 — czas dojazdu do grzbietu,
t_{2w} — czas przetoczenia składu przez grzbiet,
t_3 — czas wycofania lokomotywy po stoczeniu.
Znak „wolno przetaczać" dla następnego składu daje dyżurny ruchu dopiero wtedy, gdy lokomotywa, która skończyła rozrządzanie, zjechała poza odcinek zwalniający wjazd na górkę.
Ponadto co kilka składów lokomotywa manewrowa zjeżdża w dół i dopycha wagony na torach kierunkowych w czasie t_d. Obliczenia wydajności dobowej górki ujęto we wzory:

$$S_{tk} = k(t_1 + t_{2w}) + (k-1) \cdot t_3 + t_d(s)$$

$$N_c = \frac{T_o \cdot 3600}{S_{tk}} \qquad W_d = N_c \cdot n_w \cdot k$$

gdzie:

S_{tk} — czas staczania jednego cyklu składów między dopychaniami,

k — liczba składów w cyklu między dopychaniami (gdy dopychania nie ma, podać $k = 1$), czasy t_1, t_{2w}, t_3 i t_d omówiono w dalszej części rozdziału),

N_c — liczba cykli składów stoczonych w ciągu dobowego czasu pracy górki,

T_o — czas pracy górki w ciągu doby [h],

W_d — dobowa wydajność górki,

n_w — średnia liczba wagonów w składzie.

Czas dojazdu składu do grzbietu t_1 składa się z następujących czasów cząstkowych:

— czas nastawiania drogi przebiegu i podanie sygnału (przy przekaźnikowych urządzeniach zrk około 20 s),

— czas reakcji maszynisty na sygnał od 10–30 s,

— czas samej jazdy

$$t_1' = \frac{L_{t_1}}{v_m}$$

L_{t_1} — długość drogi od semafora do grzbietu [m],

v_m — prędkość manewrowa [m/s].

Stąd widać, że im krótszy odcinek L_{t_1}, tym krótszy jest czas t_1. Czas przetoczenia składu przez grzbiet t_{2w} oblicza maszyna według wzoru:

$$t_{2w} = \frac{L_s}{v_o}$$

gdzie:

L_s — podana przez projektanta długość składu wagonów,

v_o — wybrana przez maszynę optymalna prędkość napychania.

Czas t_3 — wycofania lokomotywy po rozrządzie składa się z tych samych elementów jak czas t_1, tylko czas

$$t_3' = \frac{L_{t_3}}{v_m}$$

może być różny, gdyż droga L_{t_3} może być różna od drogi L_{t_1} (często krótsza). Cza s t_d — czas dopychania przyjmuje się w granicach 5–6 minut (300 s – 360 s).

Uwaga: przy pełnej automatyzacji, gdy nie ma dopychania, przyjmuje się $k = 1$ oraz $t_d = t_3$.

Niniejsze rozważanie wyjaśnia, jak duży wpływ na wydajność górki mają odległość od semafora do grzbietu górki i od grzbietu górki do izolacji zwalniającej drogę po wycofaniu lokomotywy (L_{t_1} i L_{t_3} na rys. 9.47, 9.48).

Całkowita długość odcinka izolowanego musi być dłuższa od największej odległości między wewnętrznymi skrajnymi osiami najdłuższych wagonów. Dla warunków PKP odcinki te muszą być dłuższe lub równe 13,80 m.

Odcinek izolowany składa się z dwóch części: części przediglicowej i części iglicowej. Część iglicowa jest stała dla danego typu rozjazdu. Długość części przediglicowej musi zapewnić możliwość przełożenia zwrotnicy w czasie, gdy odprzęg jedzie od początku odcinka izolowanego do iglicy rozjazdu. Długość tej części musi wynosić:

$$l_i = v_i \cdot t_i$$

gdzie:

l_i — długość części odcinka,

v_i — prędkość odprzęgu na początku odcinka,

t_i — czas przełożenia zwrotnicy.

Przy prędkości najazdu odprzęgu na iglicę wynoszącej 8 m/s (rzadko spotykanej) i czasie nastawiania zwrotnicy t_i — 0,8 s, $l_i = 8\ \text{m/s} \cdot 0{,}8\ \text{s} = 6{,}4$ m. Odległość początku iglicy od początku rozjazdu jest różna przy różnych typach rozjazdów, przy rozjazdach S-49 1 : 9 $R = 190$ — wynosi 1,24 m.

Stąd długość części przediglicowej odcinka powinna wynosić: 6,40 m – 1,24 m = = 5,26 m.

Odległość tę można określić ściśle po otrzymaniu wyników obliczeń kinetycznych w każdym konkretnym punkcie. W praktyce długość tej części odcinka powinna wynosić 5,6 m, co całkowicie wystarcza dla warunków PKP.

Natomiast krótszy odcinek wymaga każdorazowego sprawdzenia. Minimalną długość pierwszego rozjazdu od wierzchołka górki oblicza się wg wzoru podanego w opracowaniu COBiRTK nr R-32 pt. „Racjonalny układ torów w rejonie górki rozrządowej ze szczególnym uwzględnieniem 32 i 48 torów kierunkowych" W-wa — czerwiec 1967 r. s. 34–38. Szczegółowe omawianie wzoru nie jest konieczne.

Na podstawie wykonanych obliczeń stwierdzono, że najlepsze rezultaty daje układ, w którym odległość pierwszej zwrotnicy od górki wynosi 25–30 m. Prawidłową odległość pierwszego hamulca odstępowego można obliczyć na podstawie wzoru podanego także w omawianym opracowaniu. Na podstawie wykonanych obliczeń stwierdza się, że odległość pierwszego hamulca od grzbietu górki powinna wynosić od 120 m, do 175 m. Odległości większe od 175 m powodują „doganianie" odprzęgu lekkobieżnego hamowanego przez odprzęg ciężkobieżny jadący za nim, na hamulcu.

Przy dwóch hamulcach odstępowych wartości te zależą jeszcze od różnicy wysokości h i są omówione w dalszej części rozdziału. W trakcie wykonywania opracowań dla pełnej automatyzacji pojawił się jeszcze jeden postulat dotyczący układu torowego. Przed hamulcem musi być odcinek prosty o długości minimum 11 m leżący na tym samym spadku co i hamulec.

Jako postulat dla badań na stacji doświadczalnej zgłasza się problem zbadania, jakiej długości minimalnej musi być odcinek prostej przed hamulcem, aby automatyka jeszcze działała, a jak długość tego odcinka zapewnia najlepsze działanie automatyki. Na wielu stacjach długość omawianego odcinka wynosi tylko 5,6 m, czyli wprowadzenie automatyzacji na nich będzie utrudnione, albo będzie wymagało przebudowy.

Ostatnia zwrotnica nie powinna leżeć w odległości większej niż 175 m od hamulca odstępowego, gdyż przy większych odległościach następuje doganianie odprzęgów przed ukresem ostatniego rozjazdu.

9.12.2. Profil stoczni rozrządowej

Prawidłowy profil górki rozrządowej jest ogólnie znany i publikowany w wielu podręcznikach i czasopismach fachowych. Wysokość górki i rozmieszczenie spadków są zależne od sposobu wprowadzenia pracy rozrządowej i od urządzeń automatyki.
Dla naszych polskich warunków wysokość górki, przyjmowaną jako podstawę do obliczeń kinetycznych, oblicza się według wzoru:

$$H = \frac{L(w_o + w_p)}{1000} + \sum\alpha \cdot 0{,}012 + n \cdot 0{,}02 - \frac{v_o^2}{2g'}$$

gdzie:

H — wysokość górki od wierzchołka do punktu zatrzymania,
L — długość drogi staczania odprzęgu,
w_o — opór podstawowy toczenia się wagonu,
w_p — opór powietrza,
$\sum\alpha$ — suma bezwzględnych wartości kątów zwrotu,
n — liczba rozjazdów,
0,002 — jest to empirycznie ustalona strata energii potencjalnej od uderzeń na rozjeździe,
$\frac{v_o^2}{2g'}$ — energia, jaką ma odprzęg w momencie zrywu, zależnie od prędkości napychania.

Dotychczas przyjmowano L od wierzchołka górki do 200–300 m za ukresem ostatniego rozjazdu, biorąc za podstawę obliczeń opór ruchu dla wagonu ciężkobieżnego. Wiązało się z możliwością hamowania płozami odprzęgów lekkobieżnych tuż za ukresem ostatniego rozjazdu. Obecnie w warunkach przewidywanych dla automatyzacji przy metodzie tzw. „strzału do celu" należy przyjmować takie L, aby wagony ciężkobieżne mijały hamulec na torze kierunkowym i nie hamowane zatrzymywały się około 100 m przed ukresem rozjazdu końcowego. W praktyce jest to bardzo trudne do osiągnięcia. Można przyjąć, że górka jest dobrze zaprojektowana, jeżeli wagony ciężkobieżne miną hamulec na torze kierunkowym i zatrzymają się około 100–150 m za nim.
Grzbiet górki musi być ostro wyprofilowany łukiem o promieniu $R = 300$, aby umożliwić szybkie zrywanie się odprzęgów. Wydłużenie grzbietu zniekształca czasy zrywu i często nawet uniemożliwia korzystanie z górki. W naszych warunkach profil rozkłada się następująco:

— od strony podjazdu wzniesienie w granicach $20^0/_{00}$,
— ostry grzbiet o promieniu zaokrąglonym $R = 300$,
— ostry spadek w granicach $50^0/_{00} - 55^0/_{00}$, w celu ułatwienia odprzęgom nabrania odpowiednich prędkości,
— dalej złagodzenie w granicach $10^0/_{00} - 17^0/_{00}$ dla hamulców,
— poziom w miejscu położenia rozjazdów na długości około 150 m,
— grupa kierunkowa może leżeć w poziomie lub na spadku do $1{,}2^0/_{00}$.

Tak przewidują przepisy, ale stanowią one, że ostatecznym warunkiem wyboru są obliczenia kinetyczne.

Wzniesienie na podjeździe do grzbietu zapewnia odpinanie odprzęgów. Teoretycznie sprzęgi między wagonami muszą zwisać, aby można je było łatwo zrzucić drągiem. W trudnych warunkach jednak zaprojektowano podjazd na wzniesieniu tylko $8^0/_{00}$ na długości 30 m, co już dało 24 cm różnicy wysokości. Stację wybudowano i pracuje normalnie, ale jest to stacja o małej przerobowości górki — około 1200 wag/dobę.

Zaokrąglenie grzbietu już omówiono i tu nie może być żadnego odstępstwa. Grzbiet musi być wyokrąglony łukiem o promieniu $R = 300$ m. Uzyskanie pierwszego spadku w granicach $50^0/_{00} - 55^0/_0$ przy przebudowie istniejących stacji jest często nieosiągalne (jeśli trzeba się liczyć z istniejącymi obiektami).

Na jednej ze stacji zaprojektowano spadek $38^0/_{00}$, ale ograniczało to prędkość napychania do 1,2 m/s i w rezultacie zmniejszyło wydajność.

Osiągnięcie spadku dla hamulców nie nastręcza większych kłopotów nawet przy przebudowie. Nie wolno stosować spadków mniejszych niż $10^0/_{00}$, bo wagon całkowicie zahamowany musi ruszyć samoczynnie po zwolnieniu szczęk.

Praktyka dowodzi, że stosowanie poziomu na odcinku, na którym leżą rozjazdy i łuki poziome jest niewłaściwe, mimo iż jest zalecane w przepisach. Powinien być tu mały spadek w granicach $2–3{,}5^0/_{00}$, czyli równy sumie oporów ruchu od uderzeń na rozjazdach i od łuków.

Zaokrąglenie profilu poza grzbietem należy wykonać łukiem pionowym o promieniu $R = 500$ m.

Załomy profilu należy tak rozmieszczać, aby łuki pionowe nie zachodziły na iglice i krzyżownice rozjazdów. Warunek ten zawsze musi być spełniony dla iglic rozjazdów, zaś dla krzyżownic można dopuścić częściowe zachodzenie łuku wklęsłego.

Przy rozmieszczeniu załomów profilu i długości poszczególnych pochyleń należy zwrócić uwagę na możliwości przekroczenia dozwolonej prędkości najazdu odprzęgów na hamulec. Przy jednej pozycji hamowania odstępowego różnica wysokości między grzbietem górki a początkiem hamulca nie może przekroczyć

$$\Delta h = \frac{v_d^2}{2g'} + \sum \text{ oporów ruchu}$$

gdzie:

Δh — różnica wysokości,

v_d — dozwolona prędkość najazdu na hamulec (dla polskich warunków $v_d = 8{,}5$ m/s),

g' — zmodyfikowane przyspieszenie ziemskie,

$\sum$ — suma oporów ruchu przy wstępnym rozpatrywaniu pierwszego hamulca może być pominięta, gdyż zmniejsza Δh i tym samym zwiększa stopień bezpieczeństwa.

Sprawdzając ten warunek należy brać pod uwagę odprzęg lekkobieżny ładowny przy $v_d = 8{,}5$ m/s, $g' = 9{,}57$ m/s^2 otrzyma się:

$$\Delta h = \frac{(8{,}5 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9{,}57 \text{ m/s}^2} = 3{,}77 \text{ m}$$

W praktyce rzadko osiąga się taką różnicę wysokości.

234 Przy dwóch pozycjach hamowania, pierwszą sprawdza się biorąc pod uwagę odprzęg lekkobieżny z pominięciem oporów ruchu tak — jak poprzednio.

Drugą natomiast należy sprawdzić następująco: odprzęg ciężkobieżny, nie hamowany na pierwszej pozycji, na drugiej pozycji hamowania nie może przekroczyć dozwolonej prędkości. Obliczając prędkość v_d — należy uwzględnić wszystkie opory ruchu, gdyż są one w tym przypadku duże.

Przekroczenie dozwolonej prędkości odprzęgu ciężkobieżnego w chwili najazdu na drugi hamulec oznacza, że profil jest źle zaprojektowany, bo zmusza do hamowania na pierwszej pozycji, czyli do podwójnej straty energii — na wzniesienie, a potem na hamowanie.

Na zakończenie warto zwrócić uwagę na konieczność stopniowego przejścia od mechanizacji do automatyzacji.

W praktyce projektowej CBP stosuje się następujące rozwiązania: grzbiet górki i hamulce odstępowe na właściwym i ostatecznym miejscu. Jeżeli brak jest funduszów na zastosowanie układu symetrycznego, można zostawić w pierwszej fazie układ w stanie istniejącym, nieznacznie go modernizując. Zaś symetrię wprowadzi się przy wymianie nawierzchni.

Taki sam schemat postępowania stosuje się w przypadku wierzchołka górki. Przy braku hamulców kierunkowych trzeba pozostawiać zmniejszoną wysokość górki, zaś przy metodzie „strzał do celu" górkę podnieść odpowiednio do usytuowania celu.

10

Automatyzacja stacji rozrządowych

10.1. Współczesne systemy automatyzacji instalowane na stoczni rozrządowej

10.1.1. Systemy automatycznej regulacji prędkości wagonów

W kolejnictwie światowym istnieje wiele systemów, które różnią się między sobą nie tylko rodzajem służących do:

— rozrządzania składu,
— pomiaru prędkości staczanych wagonów,
— hamowania i przyspieszania ruchu wagonu,
— przekazywania informacji, itp.

przede wszystkim, jeżeli chodzi o wpływ na układ torowy, sposób bezpiecznego doprowadzania wagonu (odprzęgu) do ściśle określonego miejsca na wybranym torze kierunkowym [24, 37, 39, 41, 42, 47, 51, 57, 58, 65, 74, 82, 96]

Podstawową informacją, od której zależy projekt bez uwzględniania szczegółów różnych systemów — jest dla projektanta układów torowych:

— sposób doprowadzenia odprzęgu do wyznaczonego miejsca,
— liczba pozycji hamowania na drodze staczania odprzęgu ze stoczni rozrządowej.

Z punktu widzenia układu torowego można wyróżnić trzy podstawowe systemy, które mają wpływ na profil i układ torów stoczni rozrządowej, a mianowicie:

a — system pierwszy, tzn. „strzał do celu" — polega na wypuszczaniu poszczególnych odprzęgów z ostatniej pozycji hamowania czyli hamulców docelowych z różnymi prędkościami, przy których odprzęgi przy uwzględnieniu wszystkich oporów ruchu bezpiecznie dojeżdżają do ostatniego wagonu, znajdującego się na danym torze.

Przykładowym sposobem tego typu rozrządzania może być system Saxby, preferowany przez koleje francuskie, którego zasada działania polega na stosowaniu dwóch pozycji hamowania: pierwszej — hamowania odstępowego i drugiej — hamowania docelowego.

Innym przykładem tego systemu jest system GTSS kolei SŻD, działający na zasadzie trzech pozycji hamowania: pozycja pierwsza — hamowanie wstępne, pozycja druga — hamowanie odstępowe, pozycja trzecia — hamowanie docelowe.

b — system drugi — hamowanie odprzęgowe odbywa się na dwóch pozycjach hamulców torowych, wyjazd zaś odprzęgu z hamulca drugiej pozycji odbywa się zawsze ze stałą prędkością. Dalsze przemieszczanie odprzęgów, aż do punktu docelowego

Klasyfikacja systemów automatycznej regulacji prędkości wagonów stosowanych w procesie rozrządzania grawitacyjnego, według dwóch koncepcji automatyzacji

Tablica 10–1

Koncepcja	System: Zarząd kolejowy	System: Firma	Stacja i rok wprowadzenia systemu	Wysokość górki [m]	Charakterystyka urządzeń regulacji prędkości: Liczba pozycji hamulcowych: ogółem	w strefie podziałowej	w torach kierunkowych	Inne urządzenia: w strefie podziałowej	w torach kierunkowych	Liczba torów kierunkowych	Maksymalna długość torów kierunkowych [m]	Maksymalna długość strefy zbierania [m]	Skuteczność doprowadzenia wagonów do celu	Zdolność przetwórcza stacji [wag/dobę]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Wymuszone przemieszczenie wagonów (wpw)	DB	Siemens + Hauhinco	Seelze (kier. zach.-wsch.) 1973 r.	4,5	2	1	1	—	zabieraki [3])	42	700	700	pełna [1])	5500
			Maschen (kier. płn.-płd.) 1977 r.	4,7	3	2	1	—	zabieraki + wózek [3])	48	800	800	pełna [1])	4500
			Mannheim (kier. płd.-płn.) 1974 r.	—	2	1	1	—	zabieraki	42	800	800	pełna [1])	5500
	BR	Dowty	Tinsley 1965 r.	4,7	—	—	—	jednostki hydrauliczne hamujące i przyspieszająco-hamujące 23300 szt.		53 [2])	470	470	pełna [1])	1000
	JNR	Dowty	Takasaki 1970 r.	2,6	3	2	1	—	jednostki hydrauliczne hamujące [3]) 3000 szt	24	306	306	pełna [1])	2600

Wymuszone przemieszczenie wagonów (wpw)	SJ	ASEA	Helsingborg 1975 r.	3,0	łańcuch hamul.	kilkadziesiąt hydraulicznych hamulców śrubowych		—	—	24	—	—	niepełna	1500
	SBB	Simens + Huber	Bazylea—Muttenz II (kier. wsch.-zach.) (grupa przyj. pochyl.) 1975 r.	—	2	1	1	—	wózek	32	900	900	pełna [1])	4500
Swobodne przemieszczanie wagonów (spw)	DR	ZFIV + FEW	Seddin (kier. płn.płn.) 1976 r.	3,7	2	1	1	—	wózek	32	750	750	pełna [1])	4000
	SNCF	Saxby	Sotteville 1973 r.	4,2	2	1	1	—	—	40 [4])	900	400	niepełna	2800
			Bordeaux—Hourcade 1974 r.	4,2	2	1	1	—	—	40 [4])	900	400	niepełna	2600
	SNCF	Saxby	Vaires—Impaires 1979 r.	9,2	2	1	1	—	—	40	700	300	niepełna	2300
		Saxby + Siemens	D'Amberieu 1974 r.	—	2	1	1 [6])	—	—	41	700	100 [5])	niepełna	2500
	SZD	CN II	Łosino-ostrowskaja (kier. wsch.-zach.)	—	3	2	1	—	—	—	—	300	niepełna	3000

c.d. tablicy 10.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Swobodne przemieszczanie wagonów (spw)		GTSS	Leningrad Sortirowocznyj (kier. płn.-płd.)	3,6	3	2	1	—	—	28	—	400	niepełna	5000
	BR	Westing house	Margam	—	2	2	—	—	—	51	400	400	niepełna	4000
			Thornton 1962 r.	5,5	2	2	—	—	—	36	320	320	niepełna	3000
	JNR		Koriyama 1975 r.	5,2	4	2	2	—	—	30	780	760	—	2700
	US DOT	GRS	Colton Zach. 1973 r.	6,0	3	2	1	—	—	48 [4])	700	700	niepełna	6000
			Elkhart	6,5	2	2	—	—	—	72	600	600	niepełna	3800

[1]) nie mniejsza niż 98%, [2]) dla głównego układu rozrządowego (ogółem 94 tory kierunkowe), [3]) na końcu torów kierunkowych hamulec zatrzymowy, [4]) stacje w rozbudowie o niepełnej w stosunku do planowanej liczbie torów kierunkowych, [5]) przedział strefy kierowania odprzęgu na cel po wyjściu z hamulca FMA, [6]) ruchomy hamulec samoczynny FMA pracujący w strefie 425 m

odbywa się za pomocą urządzeń przeciągających, np. łańcucha Grassmanna, liny transportowej Garbersa lub innych,

c — system trzeci — za hamulcem odstępowym na drodze staczania odprzęgu znajduje się łańcuch małych hamulców, wyregulowanych w sposób zapewniający stałą prędkość wjazdu na tory kierunkowe, na których są zainstalowane urządzenia do przeciągania odprzęgów.

System ten można nazwać tzw. systemem prowadzenia wagonu.

Pewną odmianą systemów wymienionych w punkcie b i c jest system kolei brytyjskich Dowty, polegający na instalowaniu w strefie podziałowej i na torach kierunkowych urządzeń przyspieszających lub opóźniających jazdę odprzęgu. Ogólnie przyjęło się system automatycznej regulacji prędkości wagonów typu a) nazywać systemem swobodnego przemieszczania wagonów (spw), natomiast systemy typu b i c — systemem wymuszonego przemieszczania wagonów (wpw). W tablicy 10–1 przedstawiono pięć systemów mieszczących się w systemie wpw (Siemens + Hauhinco, Dowty, ASEA, Siemens + Huber, ZFIV + FEW) oraz pięć systemów spw (Saxby, CNII, Westinghouse, GRS).

10.2. Stopnie mechanizacji i automatyzacji procesu rozrządzania wagonów ze stoczni rozrządowej

W różnych zarządach kolejowych przyjęto kilka stopni mechanizacji i automatyzacji procesu rozrządzania wagonów ze stoczni rozrządowej.

Na przykładzie wybranych zarządów kolejowych SŻD, CŚD i DB opisano przyjęte stopnie mechanizacji i automatyzacji oraz składające się na nie niezbędne środki techniczne.

Stopnie mechanizacji procesu rozrządzania na kolejach SŻD Tablica 10–2

Stopień	Wydajność	Środki techniczne
1	do 2000 wag/dobę (do 100 wag/h)	Hamulce torowe zabudowane u podnóża górki rozrządowej
2	do 2000 wag/dobę (do 100 wag/h)	Hamulce torowe zabudowane u podnóża górki rozrządowej i ich automatyzacja
3	do 3000 wag/dobę (do 150 wag/h)	Hamulce torowe zabudowane u podnóża górki rozrządowej i na początku torów kierunkowych oraz ich automatyzacja
4	do 5000 wag/dobę (do 250 wag/h)	Zabudowa hamulców torowych na całej górce rozrządowej i ich automatyzacja z pomocniczymi hamulcami torowymi na odpowiedniej długości torów
5	więcej niż 5000 wag/dobę (więcej niż 250 wag/h)	Zabudowa hamulców torowych na całej górce rozrządowej i ich automatyzacja, z pomocniczymi hamulcami torowymi, urządzeniami dopychającymi na torach kierunkowych oraz ich automatyzacja

240 **Stopnie mechanizacji procesu rozrządzania na kolejach DB** Tablica 10–3

Stopień	Wydajność	Środki techniczne
1	do 200 wag/h	Centralne sterowanie zwrotnicami, hamulce torowe odstępowe sterowane półautomatycznie lub automatycznie, na torach kierunkowych hamowanie płozami
2	220 wag/h (2 lokom. napych.)	Centralne sterowanie zwrotnicami, hamulce torowe odstępowe i docelowe sterowanie automatyczne
3	270 wag/h	Centralne sterowanie zwrotnicami, hamulce torowe odstępowe i docelowe oraz urządzenia dopychające
4	do 550 wag/h	Centralne sterowanie zwrotnicami, hamulce torowe odstępowe i docelowe oraz urządzenia dopychające (dwustopniowe), sterowanie lokomotywą napychającą

Stopnie mechanizacji procesu rozrządzania na kolejach CŠD Tablica 10–4

Stopień	Wydajność	Środki techniczne
1 mechanizacja	do 1500 wag/dobę	Centralne sterowanie zwrotnicami (indywidualnie lub samoczynnie) oraz sterowanie ręczne hamulcem odstępowym
2 półautomatyzacja	od 1501 do 2000 wag/dobę	Centralne sterowanie zwrotnicami oraz sterowanie półautomatyczne hamulcem odstępowym
3 automatyzacja	od 2000 do 3000 wag/dobę	Centralne sterowanie zwrotnicami i automatyczna regulacja prędkości odprzęgów na hamulcach odstępowych i na torach kierunkowych
4 automatyzacja kompleksowa	ponad 3000 wag/dobę	Centralne sterowanie zwrotnicami i automatyczna regulacja prędkości odprzęgów ną hamulcach odstępowych i torach kierunkowych oraz sterowanie lokomotywą napychającą

Na kolejach SŽD przyjęto 5 stopni mechanizacji i automatyzacji procesu rozrządzania wagonów ze stoczni rozrządowej (tabl. 10–2).

Na kolejach (tabl. 10–3 *) DB i czechosłowackich (CŠD) (tabl. 10–4) przyjęto 4 stopnie mechanizacji i automatyzacji procesu rozrządzania wagonów ze stoczni rozrządowej.

*) Wg danych DB koszty wskaźnikowe automatyzacji z 1980 r. w przeliczeniu na jeden tor kierunkowy bez kosztów torów i profilu stoczni wynosiły dla:

I stopnia — 80 000 DM
II stopnia — 400 000 DM
III stopnia — 650 000 DM
IV stopnia — 850 000 DM

10.3. Stopnie mechanizacji i automatyzacji procesu rozrządzania wagonów ze stoczni rozrządowych na PKP

Aktualnie zgodnie z propozycjami Ministerstwa Transportu i Gospodarki Morskiej przyjęto na PKP dwa stopnie mechanizacji i automatyzacji procesu rozrządzania:

1 — urządzenia mechanizacji, przez które rozumie się docelowe wyposażenie stoczni rozrządowej w:
- — urządzenia elektrycznego nastawiania zwrotnic (napędy elektryczne zwrotnicowe, układy indywidualnego sterowania zwrotnicami, urządzenia zasilające),
- — urządzenia hamulców torowych odstępowych (maszynownie, hamulce torowe, układy sterowania),

2 — urządzenia automatyki, przez które rozumie się docelowe wyposażenie stoczni rozrządowej w:
- — urządzenia samoczynnego nastawiania zwrotnic (napędy elektryczne zwrotnicowe, układy samoczynnego nastawiania zwrotnic, urządzenia zasilające),
- — urządzenia hamulców torowych odstępowych i hamulców torowych docelowych (maszynownie dla hamulców torowych odstępowych i docelowych, hamulce torowe odstępowe i docelowe, układy sterowania, mierniki radarowe),
- — urządzenia pomiaru wolnej długości torów kierunkowych,
- — urządzenia zdalnego sterowania lokomotywą napychającą (w miarę potrzeby).

Jednocześnie przyjęto, że w urządzenia mechanizacji należy wyposażyć stocznie rozrządowe o przewidywanej docelowej wydajności do 3000 wag/dobę, a w urządzenia automatyki stocznie o przewidywanej docelowej wydajności większej od 3000 wag/dobę z planowanym osiągnięciem około 6000 wag/dobę.

Stopień pierwszy urządzenia mechanizacji odpowiada w przybliżeniu 1 stopniowi na DB oraz 1 i 2 stopniowi na CŠD, a także 1 i 2 stopniowi na kolejach SŻD.

Stopień drugi — urządzenia automatyki odpowiadają w przybliżeniu 2 stopniowi na DB, 3 i 4 stopniowi na CŠD oraz 3 i 4 stopniowi na kolejach SŻD.

Dotychczasowe doświadczenia inwestycyjne na PKP wskazują, że podział środków technicznych na urządzenia mechanizacji i automatyzacji jest mało elastyczny i nie zawsze odpowiadający potrzebom PKP. Zgodnie z przyjętym programem ZWUS od początku zmierza do produkcji zestawu urządzeń i podsystemów autonomicznych, umożliwiających zestawianie dowolnych konfiguracji urządzeń dla mechanizacji i automatyzacji rozrządzania.

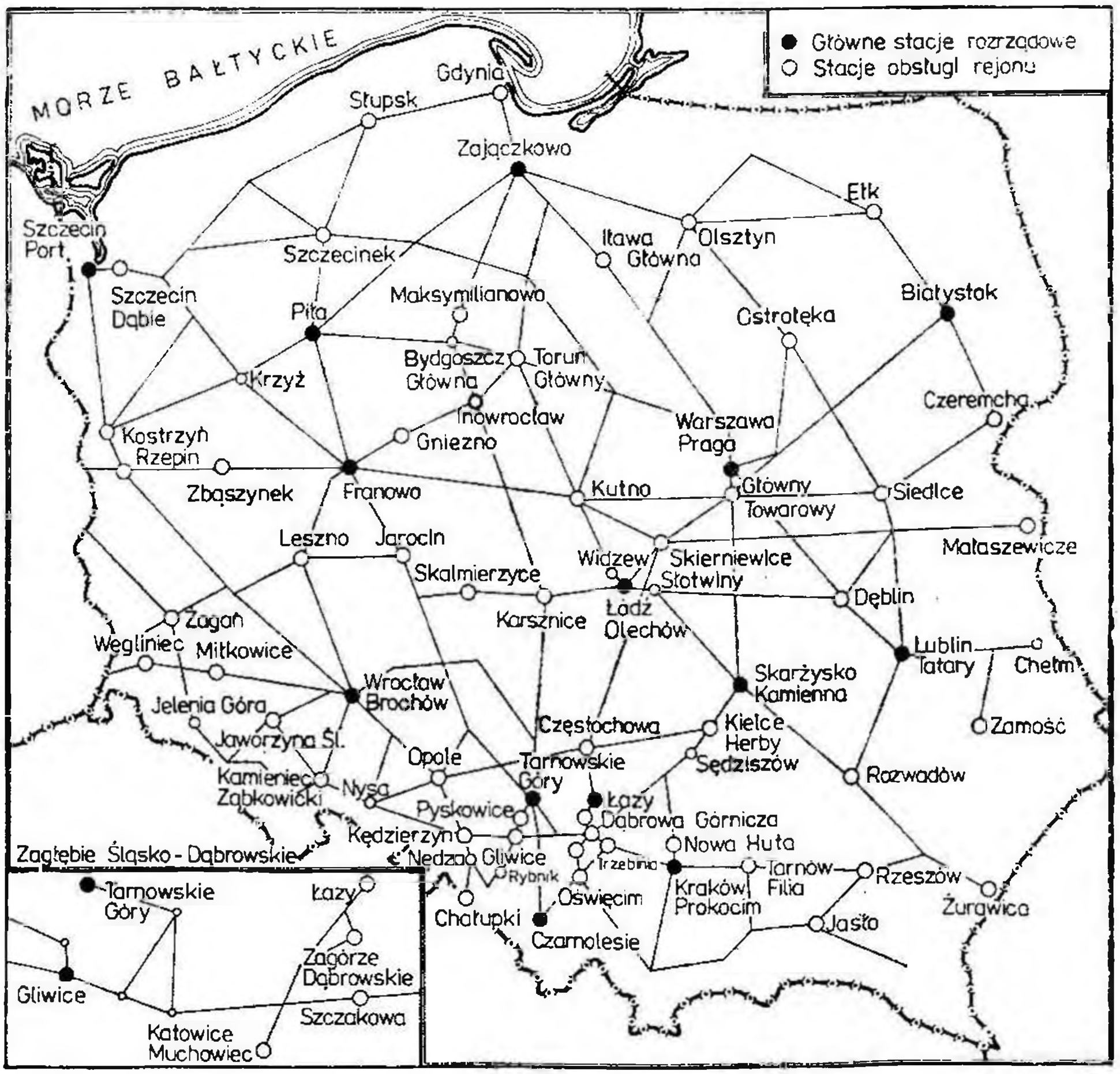
W chwili obecnej są produkowane w ZWUS następujące urządzenia i systemy:
- — elektryczne napędy zwrotnicowe typu EEA-4,
- — zblokowany system indywidualnego nastawiania zwrotnic SNZ-2,
- — hamulce torowe odstępowe ETH-11,
- — hamulce torowe docelowe ETH-10,
- — system elektrohydraulicznego napędu hamulców torowych SHN-10-SHN-11,
- — radarowy system sterowania hamulcami torowymi SHT-10, SHT-11,

— system pomiaru wolnej długości torów kierunkowych SKT-1,
— pulpity sterownicze EAB-I i zintegrowane (sterowanie zwrotnicami i hamulcami torowymi),
— czujniki szynowe ELS-3, ELS-7,

W trakcie badań eksploatacyjnych znajdują się systemy:

— mikroprocesorowy system automatycznego sterowania hamulcami docelowymi HAD,
— mikroprocesorowy system nadrzędny do automatycznego sterowania urządzeniami automatyki rozrządzania i współpracy z systemem kierowania pracą stacji SKPS,
— zblokowany system samoczynnego nastawiania zwrotnic SZN-1.

W związku z tym wydaje się celowe wprowadzenie dodatkowo stopnia pośredniego, tj. urządzeń półautomatyki oraz stopnia końcowego, tj. urządzeń automatyki kompleksowej.



10.1. Rozmieszczenie stacji rozrządowych na sieci PKP

Uwaga: od 1992 r. stacje: Łazy, Lublin Tatary, Gliwice, Piła, Białystok nie są już stacjami głównymi rozrządowymi, natomiast do stacji głównych zaliczono Inowrocław.

Przyjmując propozycje czterech zasadniczych stopni mechanizacji i automatyzacji na PKP można by zaproponować następujące ich definicje:

stopień pierwszy (1) — urządzenia mechanizacji — centralne sterowanie zwrotnicami (indywidualne lub samoczynne) oraz hamulce torowe odstępowe sterowane według kryterium zadanej prędkości przez operatora,

stopień drugi (2) — urządzenie półautomatyki — centralne sterowanie zwrotnicami (samoczynne), hamulce torowe odstępowe i docelowe sterowane według kryterium zadanej prędkości przez operatora na podstawie wskazań urządzeń do pomiaru wolnej długości torów kierunkowych,

stopień trzeci (3) — urządzenia automatyki — centralne sterowanie zwrotnicami (samoczynne), hamulce torowe odstępowe i docelowe sterowane automatycznie na podstawie pomiaru wolnej długości torów kierunkowych, parametry biegowe odprzęgów,

stopień czwarty (4) — urządzenia automatyki kompleksowej — środki techniczne jak w stopniu trzecim oraz zdalne sterowanie lokomotywą napychającą.

Tablica 10–5

DOKP	Stacje rozrządowe (podział obowiązujący do 1988 r.)	
	główne	pomocnicze
Warszawa	Warszawa Gł. Towarowa, Warszawa Praga, Łódź Olechów, Białystok, Łódź Widzew, Małaszewice	Skierniewice, Słotwiny, Sierpc, Kutno, Ostrołęka, Iława, Ełk, Czeremcha
Lublin	Lublin, Skarzysko-Kamienna	Kielce Herbskie, Dęblin, Rozwadów, Sędziszów, Zamość, Chełm
Kraków	Kraków, Prokocim, Medyka, Żurawica,	Trzebinia, Tarnów Filia, Rzeszów, Nowy Sącz, Jasło, Chabówka, Przeworsk, Zagórz
Katowice	Tarnowskie Góry, Łazy, Jaworzno-Szczakowa, Oświęcim, Gliwice, Pyskowice	Bytom, Częstochowa, Chorzów-Batory, Chebzie, Chałupki, Zabrzeg-Czarnolesie, Czechowice-Dziedzice, Katowice-Muchowiec, Sosnowiec Towarowy, Niedobczyce, Nędza, Kędzierzyn, Kluczbork
Gdańsk	Gdynia PC, Zajączkowo Tczewskie, Olsztyn	Inowrocław, Bydgoszcz, Toruń Gł., Karsznice, Maksymilianowo, Iława, Korsze, Chojnice, Grudziądz
Wrocław	Wrocław Brochów, Gądów, Opole, Węgliniec, Miłkowice, Jaworzyna Śląska	Opole Wsch., Wałbrzych, Kamieniec Ząbkowicki, Jelenia Góra, Nysa, Kłodzko, Oleśnica
Poznań	Poznań Franowo, Skalmierzyce, Leszno, Piła, Gniezno	Poznań Towarowy, Luboń k/Poznania, Zbąszynek, Krzyż, Rzepin, Żagań, Jarocin, Głogów, Kostrzyń
Szczecin	Szczecin Port Centralny	Szczecin Dąbie, Słupsk, Szczecin Gumieńce, Szczecinek, Stargard Szczeciński, Białogard
Razem	33 główne st. rozrządowe	60 pomocniczych st. rozrządowych

Stopień 1 i 2 odpowiadałby stoczniom rozrządowym o wydajności do 3000 wag/dobę, a stopień 3 i 4 od 3000 do 6000 wag/dobę.
Dla wielu stacji rozrządowych stopień drugi byłby jedynie stopniem przejściowym, ale dla innych mógłby być stopniem końcowym.
Informacje o rozmieszczeniu polskich stacji rozrządowych pokazano na rysunku 10.1 i tablicy 10–5.

10.3.1. Urządzenia i systemy do nastawiania zwrotnic w strefie podziałowej górki rozrządowej

Zblokowany system indywidualnego nastawiania zwrotnic SNZ-2

Zblokowany system indywidualnego nastawiania zwrotnic SNZ-2 przeznaczony jest do nastawiania zwrotnic w strefie podziałowej górki rozrządowej.
Urządzenia systemu umożliwiają również sterowanie tarczami manewrowymi i rozrządowymi oraz kontrolę zajętości odcinków ukresowych. System SNZ-2 składa się z urządzeń zewnętrznych i wewnętrznych. Urządzenia zewnętrzne stanowią:
— napędy zwrotnicowe szybkobieżne z zamknięciami wewnętrznymi EEA-4,
— tarcze manewrowe,
— tarcze rozrządowe,
— urządzenia do kontroli zajętości zwrotnic i odcinków torowych (obwody torowe typu otwartego, licznikowe obwody torowe).

Urządzenia wewnętrzne stanowią:
— elementy manipulacyjno-sygnalizacyjne na pulpicie sterowniczym,
— urządzenia zasilające (rozdzielnia, siłownia, zespół spalinowo-elektryczny, baterie akumulatorów 24 V, tablice kontrolne, tablice bezpieczników),
— zestawy przekaźnikowe ECH-3 umieszczone na stojakach przekaźnikowych BOH 159 w przekaźnikowni.

W systemie SNZ-2 są stosowane następujące zestawy przekaźnikowe:
— zestaw zwrotnicowy ZWA
— zestaw tarczy manewrowej TMA
— zestaw tarczy manewrowej przelotowej TMB
— zestaw tarczy rozrządowej TRA
— zestaw pośredniczący ZLB
— zestaw kontroli zajętości ukresów UKA
— zestaw pośredniczący PZA
— zestaw pośredniczący PPA

Wszystkie obwody zależnościowe w zestawach przekaźnikowych są wykonane z użyciem przekaźnika JRF-5 na napięcie 24 V. Do zalet systemu SNZ-2 należy zaliczyć:
— typizację projektów zrk, eliminację błędów projektowych i skrócenie czasu projektowania,
— skrócenie czasu montażu urządzeń na obiekcie,
— pełne sprawdzenie urządzeń przez producenta przed oddaniem ich do eksploatacji,

— ułatwienie eksploatacji i utrzymanie,
— możliwość rozbudowy urządzeń z przebudową układu torowego,
— skrócenie cyklu inwestycyjnego.

System SNZ-2 umożliwia prostą rozbudowę do systemu samoczynnego nastawiania zwrotnic wykonanego zarówno w technice przekaźnikowej jak i mikroprocesorowej.

Zblokowany system samoczynnego nastawiania zwrotnic SNZ-1 z rejestratorem mikroprocesorowym

Zblokowany system samoczynnego nastawiania zwrotnic SNZ-1 z rejestratorem mikroprocesorowym jest przeznaczony do nastawiania zwrotnic w strefie podziałowej górki rozrządowej, przez staczane z górki odprzęgi zgodnie z programem rozrządzania.
Program rozrządzania dla 5 odprzęgów jest wprowadzany do systemu za pomocą przycisków znajdujących się na pulpicie nastawczym lub też bezpośrednio z systemu Kierowania Pracą Stacji SKPS do rejestratora mikroprocesorowego, który umożliwia zapamiętanie adresów odprzęgów dla 9 składów pociągowych.
System SNZ-1 stanowi nadbudowę logiczną systemu indywidualnego nastawiania i zawiera następujące zestawy przekaźnikowe wykonane na podstawie przekaźnika JRF-5:
— zestaw logiczny ZLA dla zwrotnicy w pierwszej strefie podziałowej,
— zestaw logiczny ZLC dla zwrotnic w następnych strefach podziałowych,
— zestaw rejestratora ZRA,
— zestaw grupy pamięciowej pośredniczącej ZPA.
System SNZ-1 jest przeznaczony przede wszystkim dla stacji rozrządowych mechanizowanych o symetrycznej lub asymetrycznej strefie podziałowej.

10.3.2. Urządzenia i systemy do regulacji prędkości odprzęgów staczanych z górki rozrządowej

Hamulce torowe ETH-1

Hamulce torowe typu ETH-1 są przeznaczone do hamowania odprzęgów staczanych z górki rozrządowej na pierwszej i drugiej pozycji hamowania i są produkowane w dwóch podstawowych rodzajach: ETH-10 — hamulec prosty ze szczękami przy jednym toku szynowym, ETH-11 — hamulec prosty ze szczękami przy dwóch tokach szynowych. Hamulce torowe ETH-11 stosowane jako odstępowe są instalowane u podnóża górki rozrządowej.
Hamulce docelowe ETH-10 są przeznaczone do zabudowy na torach kierunkowych i umożliwiają regulację prędkości odprzęgów w systemie „strzał do celu".
Hamulce torowe typu ETH-1 są hamulcami szczękowymi, w których siła hamowania jest proporcjonalna do ciężaru hamowanego odprzęgu. Szyny jezdne i szczęki hamulcowe są wykonane z szyn kolejowych S60. Hamulce torowe ETH-1 nadają się do pracy w systemie ręcznym, półautomatycznym i automatycznym.

246 System elektrohydraulicznego napędu hamulców torowych SHN-1

System SHN-1 jest przeznaczony do napędzania hamulców torowych odstępowych ETH-11 i docelowych ETH-10.

System składa się z wielu współpracujących ze sobą urządzeń, z których najważniejsze to:

— stacje zasilania hydraulicznego ETN-1,
— zespół akumulatorów hydraulicznych ETN-2,
— blok sterowania hydraulicznego ETN-3,
— blok przelewowy ETN-4,
— zespoły rurociągów ETN-5,
— szafa aparaturowa ETS-1,
— stojak aparaturowy EBH-34 z zestawami przekaźnikowymi.

System elektrohydrauliczny napędu hamulców torowych SHN-1 realizuje następujące funkcje:

— napędza hamulce torowe,
— zapewnia zapas cieczy roboczej na wyhamowanie odprzęgów będących w ruchu po zaniku zasilania 3×380 V,
— utrzymuje ciecz roboczą w dopuszczalnych granicach ciśnienia i temperatury,
— nie dopuszcza do nadmiernego wycieku cieczy roboczej przy awarii instalacji hydraulicznej,
— przekazuje informacje do pulpitu sterowniczego o prawidłowych ciśnieniach w układzie hydraulicznym oraz o położeniu hamulców.

System SHN-1 bezpośrednio współpracuje z radarowym systemem sterowania hamulcami torowymi SHT-1, a informacje o obecności napięcia U, o stanie załączenia pomp w maszynowniach oraz ciśnienia oleju w układzie hydraulicznym przekazywane są również do systemu SHD-1 automatycznego sterowania hamulcami docelowymi oraz do systemu SNZ-3 sterowania zwrotnicami i hamulcami odstępowymi.

Radarowy system sterowania hamulcami torowymi SHT-1

Urządzenia systemu SHT-1 są przeznaczone do sterowania hamulcami torowymi na górkach rozrządowych według kryterium prędkości wyjazdu odprzęgów. System SHT-1 produkowany jest w dwóch podstawowych wersjach:

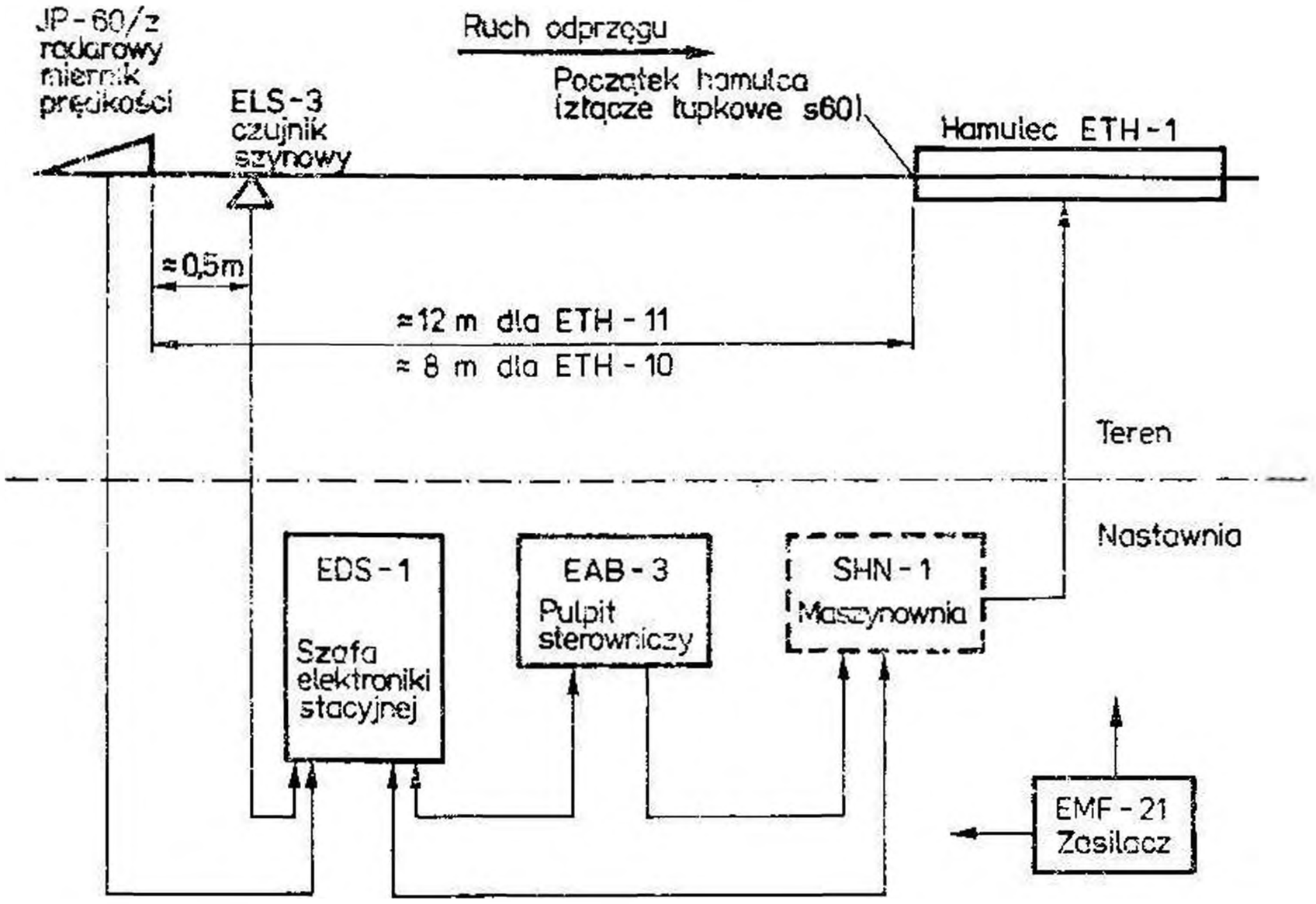
SHT-10 — dla sterowania hamulcami docelowymi typu ETH-10
SHT-11 — dla sterowania hamulcami odstępowymi typu ETH-11

System SHT-1 może pracować autonomicznie w reżimie pracy półautomatycznej, jak również stanowi podsystem kompleksowej automatyzacji pracy na górce rozrządowej.

Radarowy system sterowania hamulcami torowymi SHT-1 składa się z urządzeń zewnętrznych i wewnętrznych.

Urządzenia zewnęrzne stanowią:

— radarowe mierniki prędkości JP-60 do pomiaru prędkości staczania odprzęgów w strefie hamulców torowych,
— czujniki szynowe ELS-3 spełniające w systemie rolę detektora przejścia odprzęgu nad określonym punktem toru.



10.2. Konfiguracja urządzeń systemu SHT-1, [92]

Na każdy hamulec torowy przypada jeden radarowy miernik prędkości JP-60 oraz jeden czujnik szynowy ELS-3.

Urządzenia wewnętrzne stanowią:

— szafy elektroniki stacyjnej EDS-1 z kasetami ECH-271 zawierające elektroniczny układ sterowania hamulcami,

— zasilacz EMF-21 zainstalowany w szafie EDS-31 do zasilania radarowy miernik prędkości JP-60,

— elementy manipulacyjno-sygnalizacyjne systemu SHT-1 na pulpicie sterowniczym.

Konfigurację urządzeń systemu SHT-1 przedstawiono na rysunku 10.2 [92]

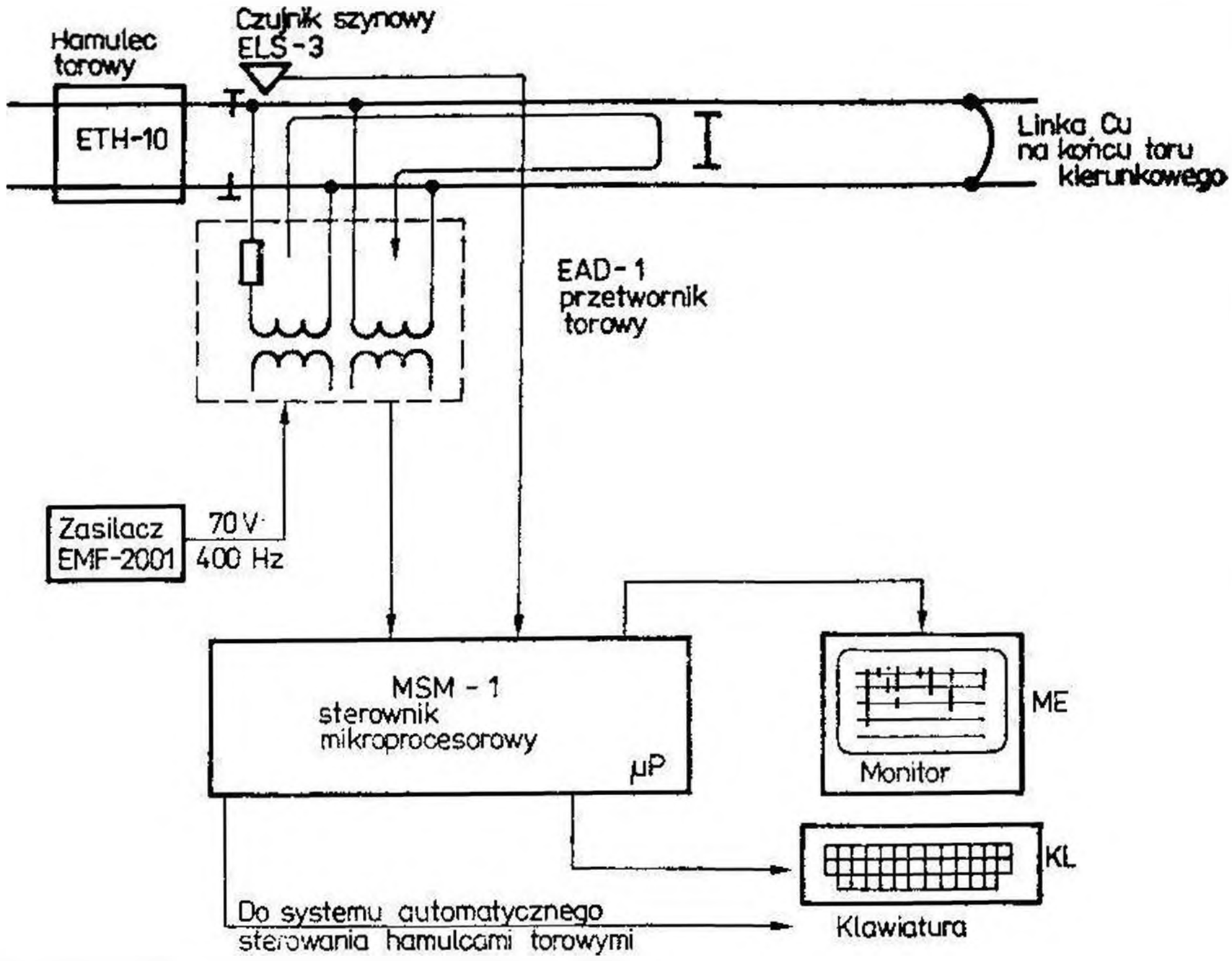
Urządzenia systemu SHT-1 są zrealizowane w technice elektronicznej z wykorzystaniem wzmacniaczy operacyjnych i układów TTL.

System pomiaru wolnej długości torów kierunkowych SKT-1

System SKT-1 służy do pomiaru wolnej długości torów kierunkowych na odcinku między izolacją założoną, za hamulcem torowym docelowym ETH-10 i pierwszą osią stojącego na tym torze wagonu. System pomiaru wolnej długości torów kierunkowych SKT-1 pracuje na zasadzie pomiaru impedancji toru kierunkowego, która jest proporcjonalna do wolnej długości toru.

System składa się z urządzeń przytorowych, które stanowią przetworniki torowe EAD-1, zasilające pętle toru kierunkowego napięciem o częstoliwości 400 Hz oraz mikrokomputera MSM-1 (IMPOL I) wraz z urządzeniami peryferyjnymi, które stanowią monitory ekranowe i klawiatura alfanumeryczna.

Jeden zestaw mikrokomputerowy obsługuje 16 torów kierunkowych na górce rozrządowej.

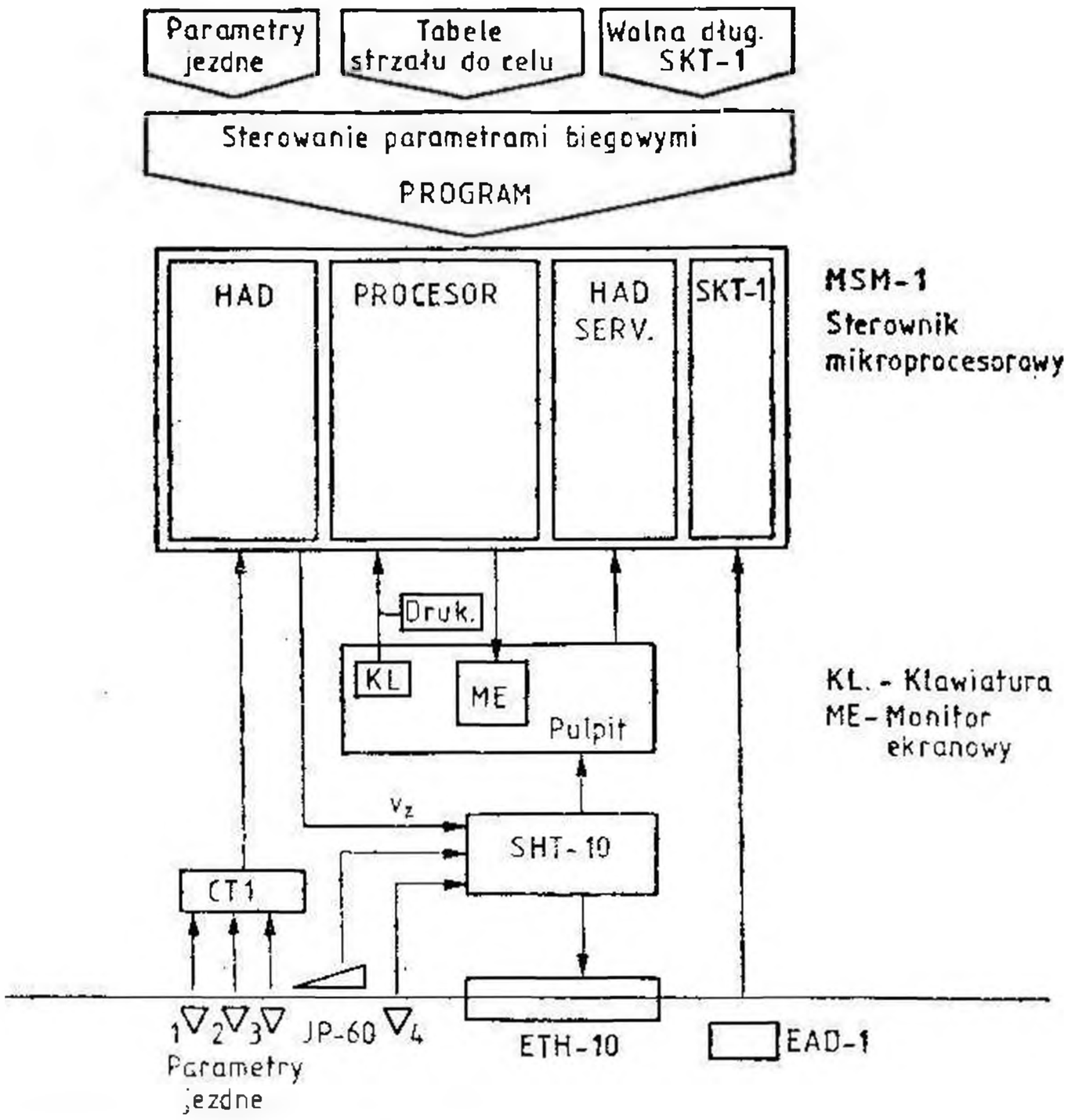


10.3. Konfiguracja urządzeń systemu SKT-1, [92]

Konfiguracja urządzeń systemu SKT-1 przedstawiona jest na rysunku 10.3 [92]. Na monitorach ekranowych systemu SKT-1 jest wyświetlana zajętość torów kierunkowych i miejsca, w których znajdują się odprzęgi będące w ruchu.
Na podstawie danych o wolnej długości torów kierunkowych, wyświetlanych na monitorach ekranowych, operatorzy pulpitów sterowniczych podejmują, decyzję o wartości prędkości wyjazdu odprzęgów z hamulców torowych przy pracy półautomatycznej (system SHT-1). Ponadto informacja o wolnej długości torów kierunkowych jest podstawową informacją dla mikrokomputerowego systemu automatycznego sterowania hamulcami docelowymi.

System automatycznego sterowania hamulcami docelowymi SHD-1

System automatycznego sterowania hamulcami docelowymi SHD-1 stanowi element automatycznego systemu rozrządu ASR w zakresie regulacji prędkości odprzęgów staczanych z górki rozrządowej w koncepcji „strzału do celu".
System SHD-1 realizuje automatyczne zadawanie prędkości wyjazdu odprzęgów z hamulców torowych ETH-10 w taki sposób, aby zapewniony był dojazd toczących się odprzęgów do odprzęgów stojących na torach kierunkowych z prędkością bezpieczną, tzn. nie większą niż 1,5 m/s.
Struktura systemu SHD-1 jest przedstawiona na rysunku 10.4 [92]. Podstawowym urządzeniem systemu SHD-1 jest sterownik mikroprocesorowy MSM-1, współpracujący z radarowym systemem sterowania hamulcami docelowymi SHT-10 i czujnikami CTI-1s do pomiaru parametrów jezdnych odprzęgów oraz zawierający w sobie podsystem pomiaru wolnej długości torów kierunkowych SKT-1.



10.4. **Struktura systemu SHD-1, [92]**

System SHD-1 przejmuje całkowicie rolę operatora w zakresie zadawania prędkości wyjazdu odprzęgów z hamulców docelowych ETH-10 w zależności od parametrów biegowych odprzęgów, stopnia zapełnienia torów kierunkowych i stanu urządzeń automatyki, pozostawiając operatorowi nadal funkcję nadzoru i interweniowania w sytuacjach awaryjnych.
System SHD-1 jest przeznaczony dla górek rozrządowych, wyposażonych w urządzenia systemu ASR na poziomie automatyki.

Pulpit zintegrowany EAB-3

Pulpit zintegrowany EAB-3 jest przeznaczony do centralnego sterowania pracą urządzeń automatycznego systemu rozrządu ASR na górkach rozrządowych i łączy w sobie funkcje nastawiania zwrotnic w strefie podziałowej oraz funkcje regulacji prędkości odprzęgów. Pulpit EAB-3 zawiera elementy sygnalizacyjno-manipulacyjne następujących urządzeń i systemów ASR:

— nastawianie zwrotnic (SNZ-2),
— układów kontroli zajętości odcinków izolowanych zwrotnicowych (srk, SNZ-2),
— ręcznego i półautomatycznego sterowania hamulcami torowymi odstępowymi i docelowymi (SHT-1, ETH-1),
— sterowania systemem elektrohydraulicznego napędu hamulców torowych (SHN-1),
— systemu pomiaru długości torów kierunkowych SKT-1,
— systemu automatycznego sterowania hamulcami docelowymi SHD-1,

— mikrokomputerowego systemu SNZ-3 sterowania zwrotnicami i hamulcami odstępowymi.

Pulpit zintegrowany EAB-3 składa się w zależności od wymagań obiektu z 2 lub 3 segmentów i przewidziany jest do obsługi dwuosobowej, a efektem jego zastosowania jest centralizacja wszystkich procesów sterowniczych związanych z procesem rozrządzania wagonów na górce rozrządowej.

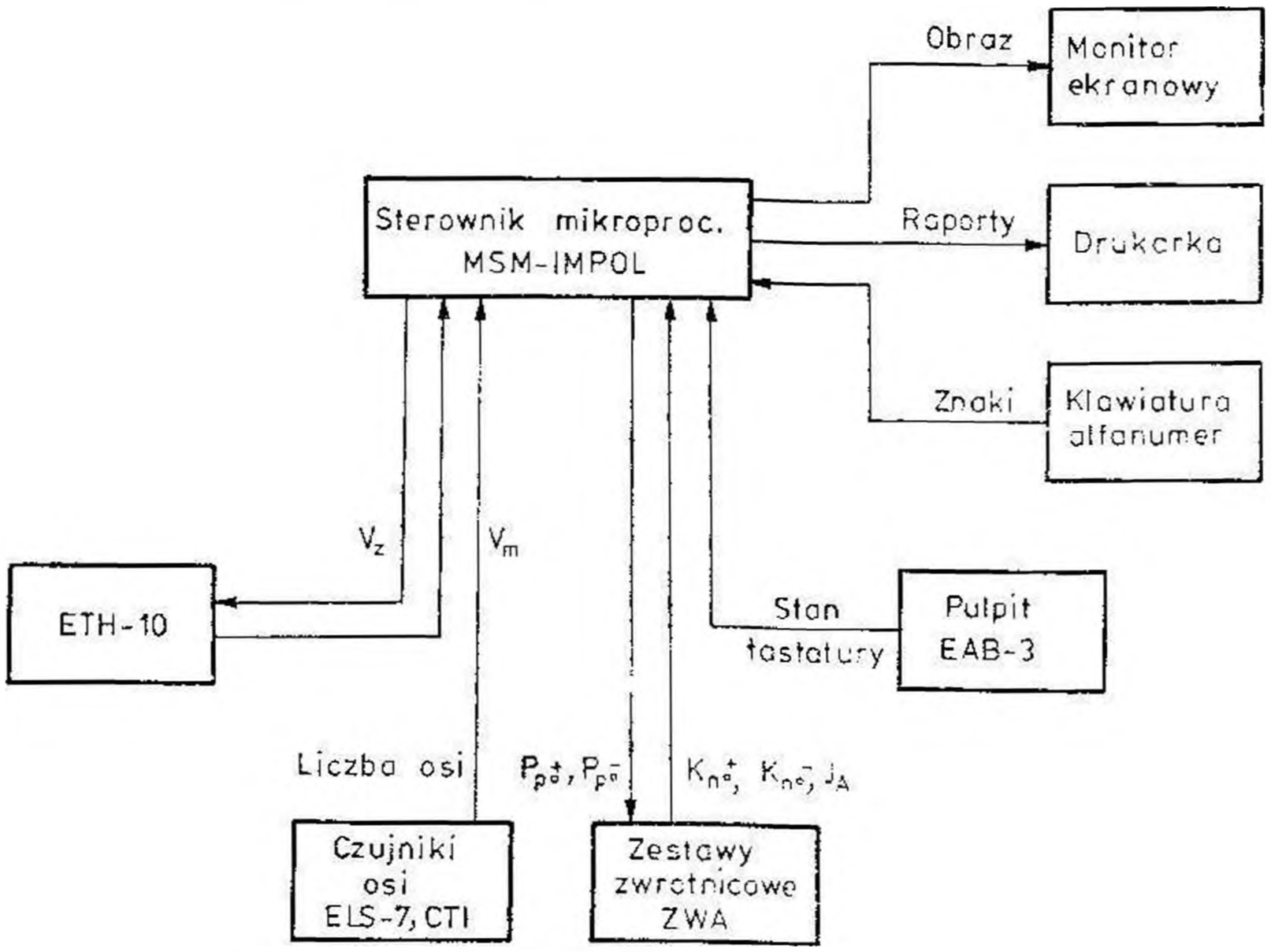
10.3.3. Mikroprocesorowy system sterowania rozrządzaniem SNZ-3

Wprowadzenie

System SNZ-3 stanowi zespół urządzeń umożliwiających w pełni automatyczne sterowanie procesem rozrządu wagonów w strefie podziałowej górki rozrządowej. System realizuje następujące funkcje procesu rozrządzania:
— identyfikacja i kontrola rozpięcia rozrządzonego składu,
— sterowanie zwrotnicami w strefie podziałowej,
— sterowanie hamulcami odstępowymi.
System przystosowano do pracy ciągłej, tj. 24 h/dobę i pracy w dowolnym trybie sterowania urządzeniami wykonawczymi (ręczne, półautomatyczne lub automatyczne). W dowolnym momencie system prezentuje na monitorze ekranowym aktualną sytuację ruchową w strefie podziałowej górki rozrządowej, tryb pracy urządzeń wykonawczych oraz wszystkie informacje niezbędne do prowadzenia procesu rozrządu. System SNZ-3 opracowano w Centralnym Biurze Konstrukcyjnym Urządzeń Sygnalizacyjnych ZWUS w Katowicach w 1987 roku.

Struktura sprzętowa systemu

System SNZ-3 tworzą następujące urządzenia (rys. 10.5) [92]:
— sterownik mikroprocesorowy MSM-IMPOL z monitorem ekranowym, klawiaturą znakową i drukarką,
— system sterowania hamulcami odstępowymi ETH-11,
— zestawy zwrotnicowe ZWA,
— pulpit zintegrowany EAB-3,
— czujniki szynowe ELS-7 i CTI.
Sterownik mikroprocesorowy MSM-IMPOL stanowi jądro systemu SNZ-3.
Program użytkowy realizowany przez jednostkę centralną sterownika mikroprocesorowego automatycznie pobiera dane wytwarzane przez urządzenia współpracujące i na tej podstawie poprzez generację sygnałów sterujących dla urządzeń wykonawczych (napędy zwrotnicowe oraz hamulce torowe odstępowe) oraz generację obrazu na monitorze ekranowym symbolizującym aktualną sytuację ruchową w strefie podziałowej, realizuje podstawowe funkcje systemu. Radarowy system sterowania hamulcami odstępowymi SHT-11 zapewnia sterowanie hamulcami w dowolnym trybie (ręczny, półautomatyczny lub automatyczny) oraz przekazuje do sterownika (v_m) o prędkościach odprzęgów przejeżdżających przez hamulce odstępowe, a w trybie sterowania automatycz-



10.5. Struktura strzępowa systemu SNZ-3, [92]

nego pobiera dane (v_z) o prędkościach wyjazdu kolejnych odprzęgów z hamulców, które generuje sterownik mikroprocesorowy.

Zestawy zwrotnicowe ZWA przekazują do sterownika mikroprocesorowego dane o aktualnych położeniach zwrotnic w strefie podziałowej (K_n, K_n) oraz dane o zajętości zwrotnicowych odcinków izolowanych (J_z). Równocześnie do zestawów ZWA są doprowadzone sygnały sterujące (P_p+, P_p-) napędami zwrotnicowymi, które generuje sterownik w trakcie automatycznego rozrządu składu pociągu.

Pulpit zintegrowanego EAB-3 stanowi źródło danych dla systemu SNZ-3 o trybach sterowania wybranych przez operatorów pulpitu zintegrowanego oraz aktualnych stanach zwrotnic (zamknięcia, ręczne przestawienie zwrotnicy w trybie pracy automatycznej, tryb sterowania hamulcem odstępowym itp.).

Czujniki szynowe CTI zainstalowane przed każdym hamulcem odstępowym (po dwa czujniki) są źródłem danych o właściwościach biegowych staczanych wagonów, które decydują o wyborze prędkości wyjazdu odprzęgu (v_z) przekazywanej do radarowego systemu sterowania hamulcami odstępowymi SHT-11.

Czujniki szynowe ELS-7 (zainstalowane wewnątrz każdego zwrotnicowego odcinka izolowanego) są źródłem danych o liczbie osi odprzęgu staczającego się przez strefę odcinka izolowanego.

Działanie systemu

Ze względu na funkcje realizowane przez system SNZ-3 na poziomie jego oprogramowania użytkowego można wyodrębnić trzy niezależnie działające podsystemy:

— identyfikatora odprzęgów (LO),

— sterowania zwrotnicami (SZW),

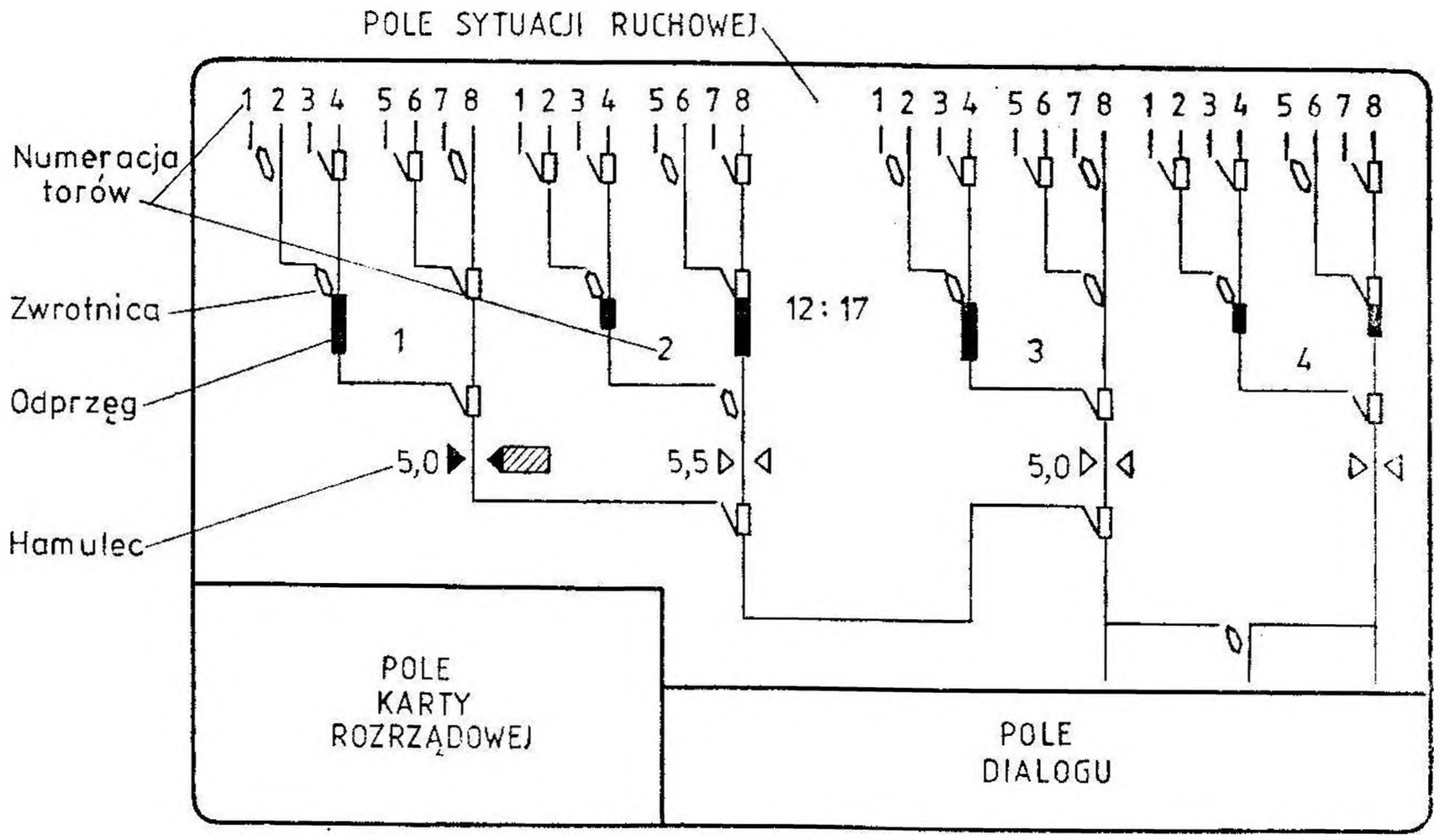
— sterowania hamulcami odstępowymi (SHO).

Działanie i funkcje realizowane przez te podsystemy IO i SZW zależą od trybu pracy górki, który wybiera operator pulpitu zintegrowanego za pomocą trójpołożeniowego przełącznika STOP-RĘCZ-AUTO na pulpicie zintegrowanym EAB-3.

Działanie i funkcje realizowane przez podsystem SHO zależą od położeń przycisków sterowania hamulcami odstępowymi pulpitu zintegrowanego EAB-3.

Działanie podsystemu identyfikatora odprzęgów

Podsystem identyfikatora odprzęgów wykrywa przejazd osi wagonów nad głowicami trzech czujników szynowych ELS-7, zainstalowanych w ściśle określonych odległościach ze szczytem górki rozrządowej. Na podstawie danych o liczbie osi, przejeżdżających przez strefę oddziaływania tych czujników, podsystem IO kontroluje odprzęgi staczane z górki rozrządowej. W przypadku wyboru trybu pracy RĘCZ lub AUTO podsystem sprawdza, czy rozpoznany odprzęg jest zapisany w karcie rozrządowej i wykryte rozbieżności sygnalizuje operatorowi. Równocześnie podsystem IO przekazuje do podsystemu SZW dane o staczanym z górki rozrządowej odprzęgu (numer toru kierunkowego i liczbie osi odprzęgu) zgodnie z przeprowadzoną identyfikacją. Ponadto podsystem IO umożliwia wprowadzenie karty rozrządowej za pomocą klawiatury znakowej lub z systemu SKPS (za pomocą łącza szeregowego) oraz dowolne modyfikowanie już wprowadzonej



10.6. Obraz prezentowany na monitorze ekranowym systemu SNZ-3, [92]

karty rozrządowej. Wprowadzona do systemu SNZ-3 karta rozrządowa jest prezentowana w lewym dolnym rogu monitora ekranowego (rys. 10.6) [92], poprzez wyświetlenie opisu pięciu kolejnych odprzęgów wybranego przez operatora wycinka karty, a w trakcie rozrządu tych pięciu odprzęgów, które aktualnie znajdują się najbliżej szczytu górki rozrządowej.

Zasadniczym zadaniem podsystemu SZW jest wytwarzanie sygnałów sterujących zwrotnicami w strefie podziałowej w trakcie automatycznego rozrządu składu. Podsystem SZW działa w dowolnym trybie pracy górki, przy czym zakres realizowanych funkcji zależy od wybranego przez operatora trybu.

Tryb STOP

Ustawienie przełącznika STOP-RĘCZ-AUTO w pozycji STOP oznacza, że w strefie podziałowej będą realizowane ruchy manewrowe. Podsystem SZW w tym trybie śledzi położenia zwrotnic oraz stany zajętości zwrotnicowych odcinków izolowanych. Dane te umożliwiają określenie aktualnej sytuacji ruchowej w strefie podziałowej, która jest prezentowana na monitorze ekranowym (rys. 10.5).

Tryb RĘCZ

Ustawienie przełącznika STOP-RĘCZ-AUTO w pozycji RĘCZ oznacza, że będzie realizowany proces rozrządzania z ręcznym sterowaniem zwrotnic. W tym trybie podsystem realizuje te same funkcje, co w trybie STOP, a po podaniu za pomocą klawiatury polecenia ROZRZĄD (*R*) przechodzi do śledzenia procesu rozrządzania. Śledzenie procesu rozrządzania polega na pobieraniu z karty rozrządowej opisów kolejno staczanych odprzęgów i przekazywaniu ich do rejestrów zwrotnic, zgodnie z ich przemieszczaniem w strefie podziałowej. Operacje te są prezentowane na monitorze ekranowym poprzez wyświetlenie znaków prostokątów w momentach zbliżania się odprzęgów zwrotnic (rys. 10.6). Wjazd odprzęgu na tor kierunkowy zostaje rozpoznany przez podsystem SZW i rejestrowany w generowanej przez podsystem SZW karcie wynikowej. Po zakończeniu rozrządzania operator może otrzymać wydruk karty wynikowej lub przekazać ją automatycznie do systemu SKPS.

Tryb AUTO

Ustawienie przełącznika STOP-RĘCZ-AUTO w pozycji AUTO oznacza, że będzie realizowany proces automatycznego rozrządzania składu. Przejście do tego trybu powinno być poprzedzone wprowadzeniem do systemu SNZ-3 aktualnej karty rozrządowej (z klawiatury lub z systemu SKPS). W trybie AUTO podsystem SZW realizuje wszystkie funkcje trybu RĘCZ oraz kieruje sygnały sterujące (P_p+, P_p-) do zestawów zwrotnicowych ZWA. Sygnały te zapewniają ustawienie maksymalnych dróg przebiegów dla kolejnych odprzęgów. Równocześnie podsystem SZW umożliwia operatorowi ingerencję w proces automatycznego nastawiania zwrotnic w dowolnym momencie. Ręczne przestawienie zwrotnicy przez operatora powoduje, że podsystem SZW przestaje automatycznie sterować daną zwrotnicą do momentu przejazdu przez nią odprzęgu. W trakcie rozrządu na ekranie monitora są prezentowane informacje o stanie systemu SNZ-3, a jednocześnie system rejestruje wszystkie informacje o jego przebiegu w pamięci operacyjnej. Zarejestrowane dane mogą być wydrukowane na drukarce systemowej po przejściu w tryb STOP.

254 **Podsystem sterowania hamulcami odstępowymi**

Podsystem SHO wyznacza prędkości wyjazdowe odprzęgów z hamulców odstępowych na podstawie identyfikacji parametrów biegowych odprzęgów zbliżających się do hamulca. Identyfikacja parametrów biegowych jest przeprowadzana na podstawie pomiaru czasów przejazdów kolejowych osi odprzęgu przez odcinki pomiarowe, wyznaczone przez czujniki szynowe CTI, zlokalizowane przed hamulcami oraz na podstawie liczby osi w odprzęgu. Automatyczne sterowanie hamulcem występuje, gdy podsystem stwierdzi stan gotowości urządzeń współpracujących (włączona maszynownia i radarowy system sterowania hamulcami odstępowymi SHT-11 oraz odpowiednie ciśnienie oleju w instalacji hydraulicznej) oraz operator wybierze automatyczny sposób sterowania hamulcem za pomocą przycisków *PA* i *A* pulpitu zintegrowanego. Sterowanie hamulcem w trybie automatycznym jest sygnalizowane na monitorze ekranowym poprzez wyświetlenie wartości prędkości zadanej przekazanej przez podsystem SHO do systemu SHT-11, w trakcie przejazdu odprzęgu przez hamulce na ekranie monitora jest prezentowana aktualna prędkość odprzęgu, znajdującego się na hamulcu. Operator nastawni rozrządowej może w dowolnej chwili ingerować w proces automatycznego sterowania hamulcem za pomocą przycisków LUZUJ i HAMUJ, a każde ich użycie jest zarejestrowane przez podsystem.

10.3.4. Urządzenia automatyki sterowania i kontroli poczty pneumatycznej

Poczta pneumatyczna jest obecnie stosowana na świecie jako jeden z systemów transportowych; głównie do przesyłania dokumentów i próbek różnych materiałów. Znalazła ona zastosowanie np. we Francji na dużych stacjach rozrządowych, gdyż usprawnia przesyłanie dokumentów rozrządowych. W Polsce pracują urządzenia poczty na stacji rozrządowej Wrocław Brochów.

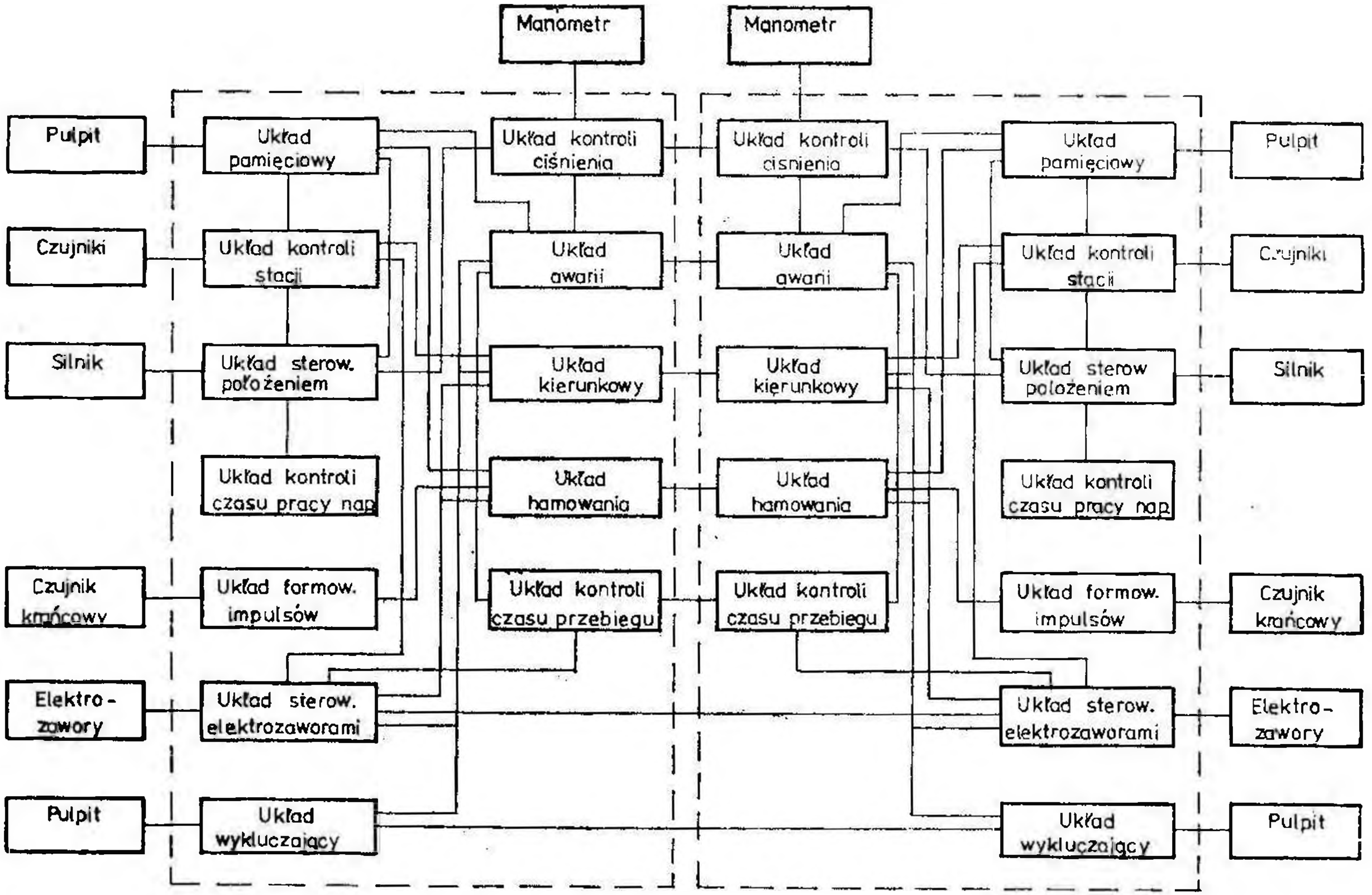
Budowa i działanie zestawów sterowniczych

Konstrukcję mechaniczną zestawów sterowniczych oparto na zestawach serii ECH-33... produkcji ZWUS Katowice. Rozwiązanie takie pozwoliło na łatwość montażu w warunkach warsztatowych, szybką wymianę zestawu, łatwy dostęp do okablowania. Zestawy zostały umieszczone w specjalnym stojaku z półką na zasilacz (rys. 10.7) [80].
W skład zestawu sterowniczego wchodzą następujące bloki:

a — Układ pamięciowy — zawiera układ „dwójki liczącej" i jest zasadniczo sterowany z przycisku włączenia „W" w pulpicie sterowniczym. W stanie zasadniczym, naciśnięcie przycisku spowoduje włączenie układu sterowania położeniem komory załadowczej stacji nadawczo-odbiorczej i załączenie zasilania silnika otwierającego komorę załadowczą stacji nadawczo-odbiorczej.

b — Układ kontroli stacji zawiera m. in. czujniki górnego i dolnego (otwartego i zamkniętego) położenia komory załadowczej stacji nadawczo-odbiorczej oraz czujnik „stacyjny" wykrywający obecność pojemnika w komorze załadowczej.

c — Układ sterowania położeniem komory załadowczej za pomocą silnika powoduje



10.7. Połączenia sterownicze zestawów sterujących [80]

otwarcie bądź zamknięcie komory załadowczej, w zależności od stanu układu pamięciowego i kontroli ciśnienia.

d — Czas otwierania i zamykania komory załadowczej jest kontrolowany w układzie kontroli czasu pracy napędu. Układ napędowy jest w ten sposób zabezpieczony przed przeciążeniami.

e — Układ kontroli ciśnienia otrzymuje sygnały z manometrów pomiarowych i wysterowuje układ awarii w przypadku zbyt wysokich ciśnień w przewodzie transportowym oraz umożliwia otwarcie komory załadowczej po redukcji ciśnienia powietrza w przewodzie transportowym.

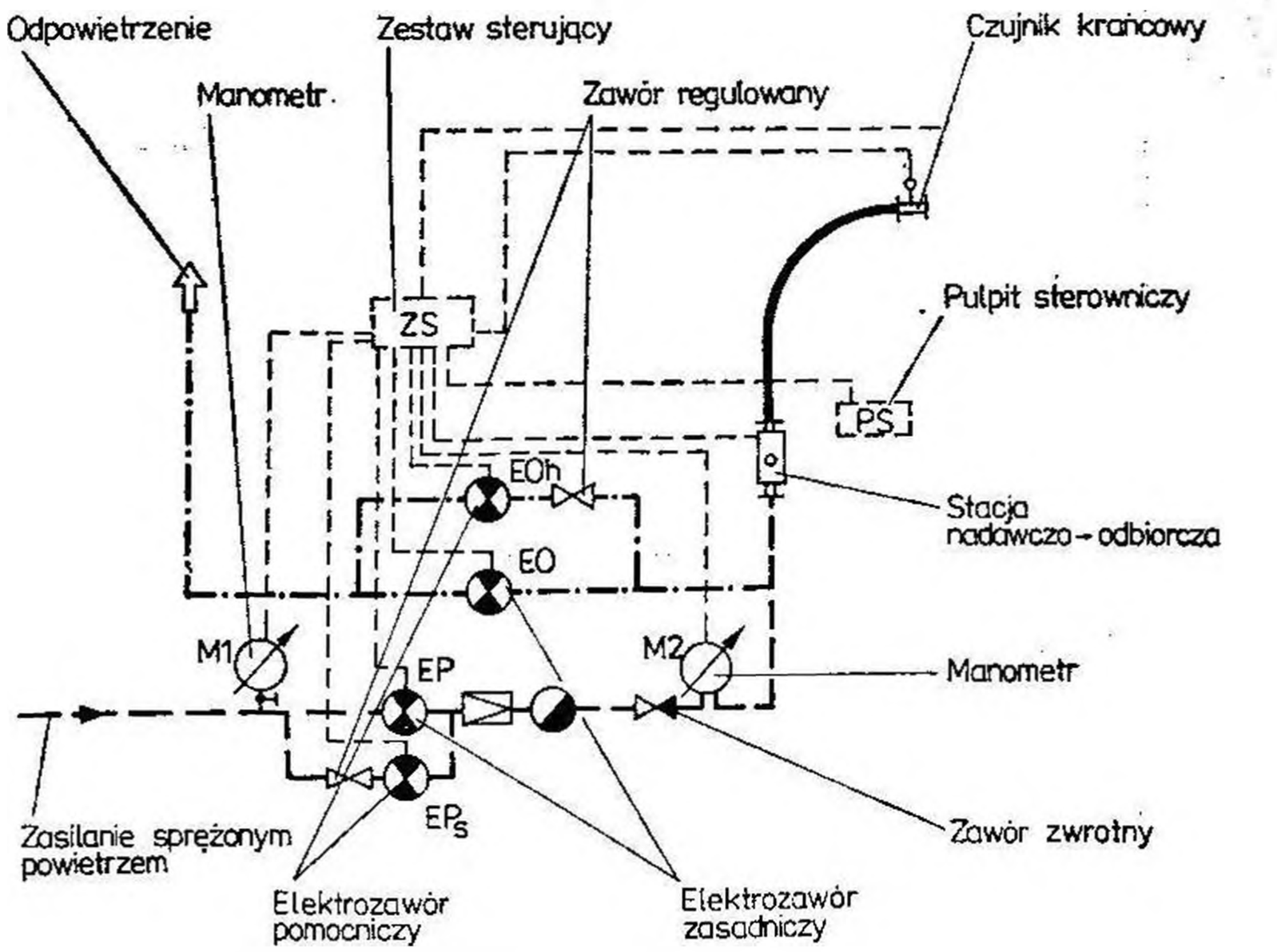
f — Układ awarii jest wzbudzany w przypadku nadmiernego wzrostu ciśnienia w przewodzie transportowym lub przekroczenia limitu czasu procesu przesyłania, sprawdzanego w układzie kontroli czasu przebiegu pojemników i powoduje wyłączenie dopływu sprężonego powietrza oraz odpowietrzenie przewodu transportowego.

g — Układ hamowania jest włączony w sytuacji zadziałania czujnika krańcowego powoduje zmianę układu pamięciowego i sterowania elektrozaworami. Odpowiednie zadziałanie zaworów powoduje wyhamowanie pojemników na „poduszce powietrznej" oraz sprowadzenie pojemnika do komory odbiorczej stacji.

h — Układ kontroli czasu przebiegu pojemników powoduje stan awaryjny oraz zamknięcie dopływu powietrza w przypadkach np. zaklinowania pojemnika w przewodzie transportowym.

i — Układ formowania impulsów kształtuje i przedłuża sygnał pochodzący z czujnika krańcowego.

j — Układ sterowania elektrowozami stanowi zespół elementów załączających odpowiednio elektrozawory EP, EPs, EO lub EOh.



10.8. Wyposażenie i armatura węzła sterowniczego [80]

k — Układ wykluczający — „zgody" działa wg zasady przyjętej w założeniach, np. wysyłania przesyłki w danym kierunku może wykonać tylko operator jednego posterunku.

Oba zestawy sterownicze są zbudowane jednakowo i różnią się tylko wtykowymi programatorymi pracy.

Budowa węzłów sterowniczych

Rysunek 10.8 [80] ilustruje zestawienie elementów wyposażenia i armatury na jednym z dwóch współpracujących posterunków.

W stanie elektrozawory powietrzne EP, EPs, EO i EOh są zamknięte. Rurociąg transportowy jest opróżniany z powietrza, aż ciśnienie w nim panujące zrówna się z ciśnieniem atmosferycznym. Przewodowe stacje nadawczo-odbiorcze mają zamknięte komory załadowcze. Aktualny stan ciśnienia w rurociągu zasilającym mierzy się za pomocą manometru kontaktowego ML. Wartość ciśnienia przy przesyłaniu pojemników i w czasie redukcji sprężonego powictrza w rurociągu transportowym mierzy się manometrem M2.

Budowa i zasada działania urządzeń kontroli przebiegu pojemników

Koncepcję śledzenia przebiegu pojemników oparto na zbiraniu informacji od poszczególnych czujników, rozmieszczonych na trasie rurociągu. Przyjęto, że każdy z czujników i automatycznych zestawów sterujących pocztą będzie wysyłać jednoznacznie określony kod binarny na wspólną przewodową linię transmisyjną.

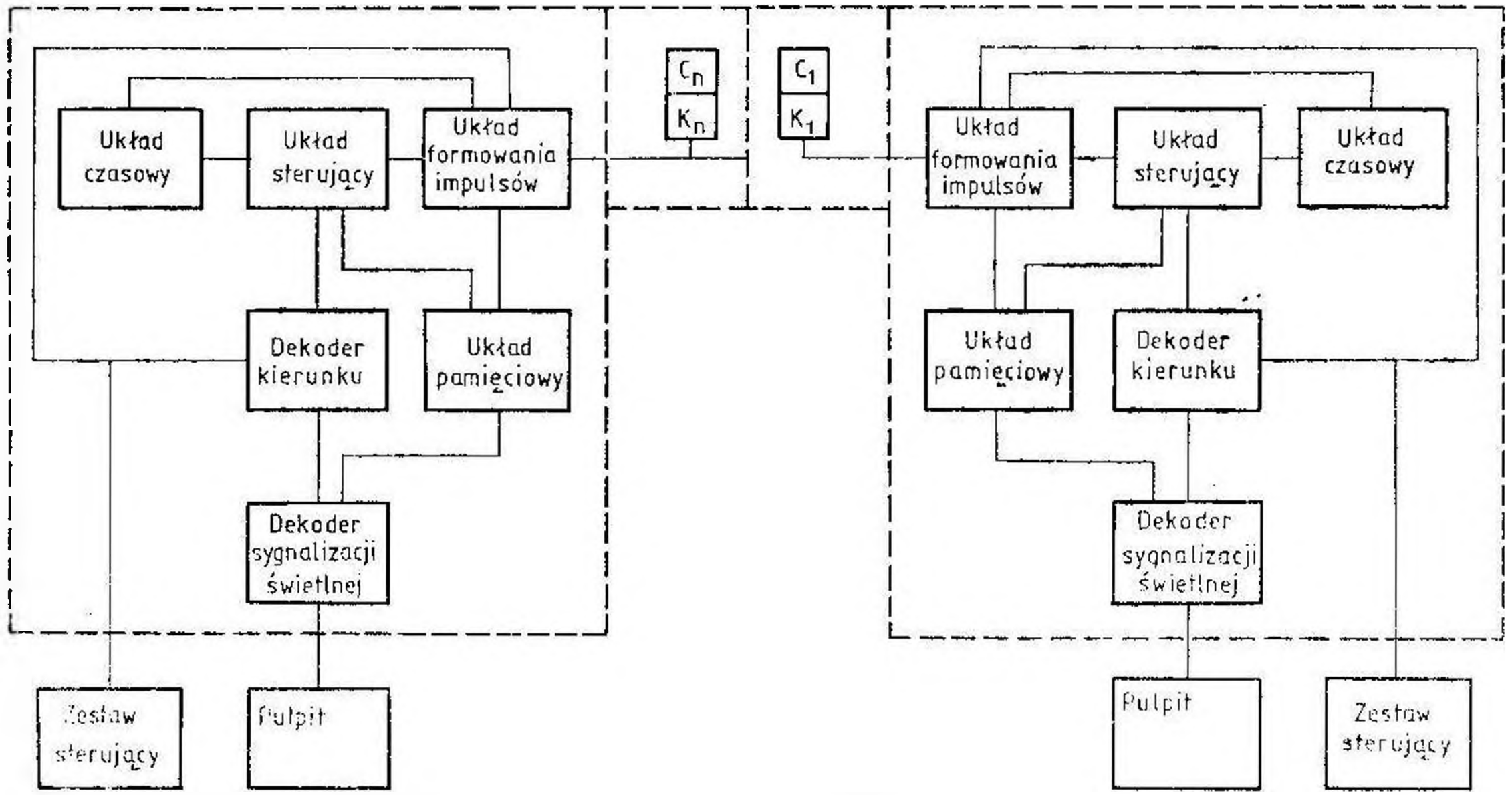
Rozwiązanie takie pozwala na minimalizację liczby żył w kablu łączącym poszczególne czujniki oraz na znaczne uproszczenie budowy zestawów wykonawczych i obniżenie kosztów realizacji.

Przyjęto również, że sygnały z czujników będą odbierane z obu końców linii transmisyjnej i odpowiednio niezależnie dekodowane na obu posterunkach.

W pulpitach sterowniczych umieszczono szereg czerwonych diod elektroluminescencyjnych, których podświetlenie sygnalizuje miejsce znajdowania się przesyłki.

Na rysunku 10.9 [80] zilustrowano schemat blokowy urządzeń kontroli przebiegu pojemników.

W chwili startu pojemnika ze stacji nadawczej z zestawu sterowniczego poczty pneumatycznej jest dostarczany pierwszy sygnał kodowy. W tym momencie zostanie podświetlona pierwsza dioda świecąca w pulpicie sygnalizując stan zajęcia pierwszego odcinka kontrolowanego trasy rurociągu. Przesyłany pojemnik oddziałuje na kolejne czujniki na trasie. Sygnały z czujników *C* są kodowane kolejno za pomocą koderów *K* w systemie dwójkowym (diody na listwach zaciskowych w obudowach czujników w złączach pomiarowych). Zastosowanie 4 żył pozwala na zakodowanie maks. 15 punktów kontrolnych (łącznie z dwoma zestawami sterującymi przy stacjach nadawczo-odbiorczych). Czas podawania pojedynczego kodu przez czujniki na żyły kablowe wynosi ok. 1 ms. Poszczególne kody sygnałowe są przesyłane drogą kablową do obu zestawów kontrolnych. Po przejściu przez układ formowania impulsów, kody są zapamiętywane w układzie pamięciowym i odpowiednio dekodowane. Parametrem dodatkowym dekodera



10.9. Schemat blokowy urządzeń kontroli przebiegu pojemników [80]

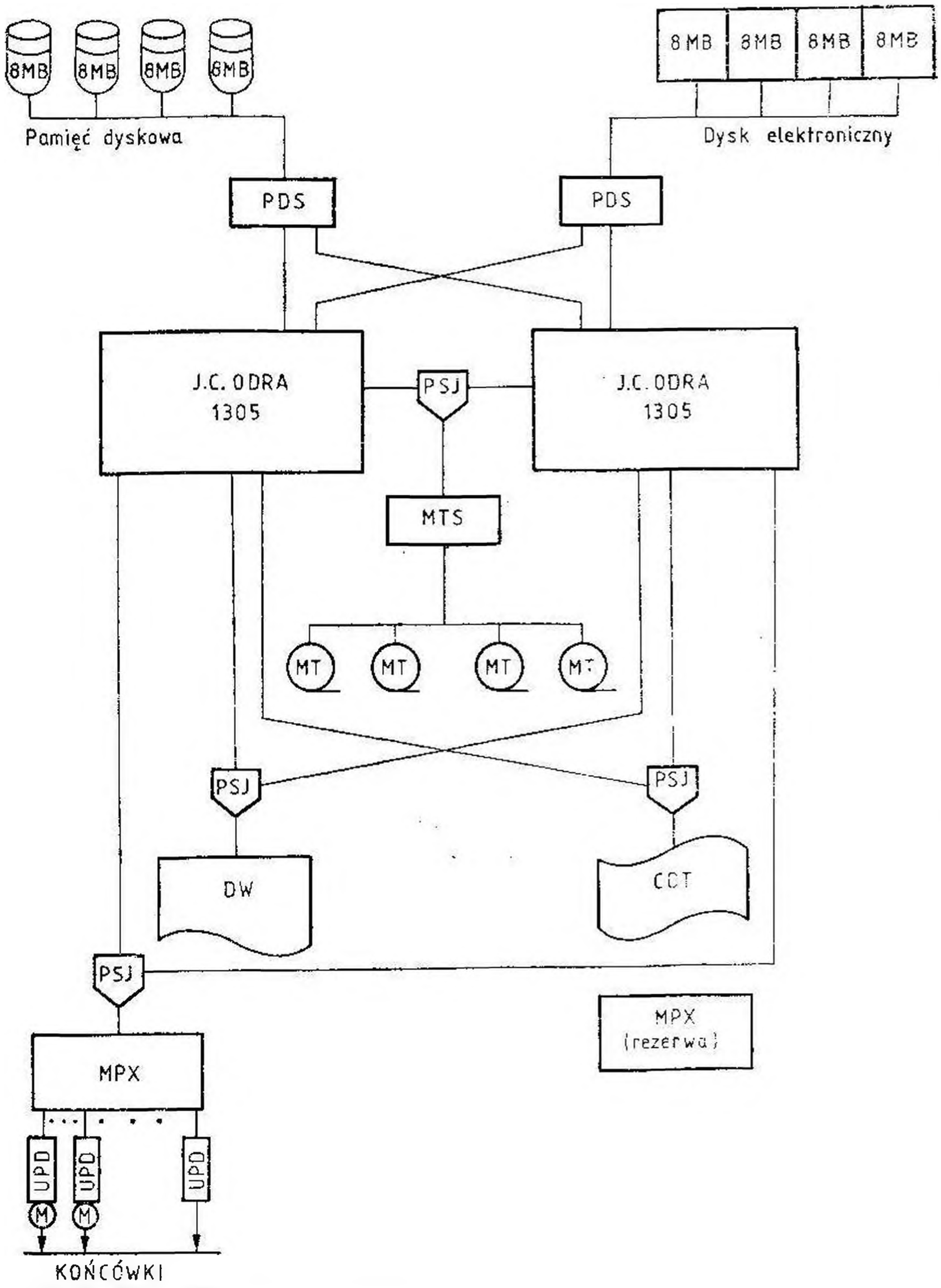
sygnalizacji jest stan dekodera kierunku. W zależności od kierunku przesyłania pojemników, przy pominięciu czujnika podświetlana jest dioda świecąca jednego z dwu sąsiadujących z czujnikiem odcinków trasy rurociągu.
W czasie przelotu pojemnika podświetlane są kolejne punkty świetlne, w obu pulpitach sterowniczych. Wygaszenie ostatniego punktu świetlnego następuje w chwili otwierania stacji odbiorczej, w której znajduje się przesyłany pojemnik.
Układ jest przystosowany do kontroli przemieszczania się pojemnika, przy zmieniającym się kierunku (np. w przypadku awarii lub zaklinowania się pojemnika). Dzięki takiemu rozwiązaniu podświetlona dioda w pulpicie oznacza zawsze ten sam kierunek kontrolowany rurociągu transportowego (w rozwiązaniu przykładowym jeden z trzynastu).
Zestaw kontrolny umieszczony na drugim posterunku działa według takiej samej zasady. Zmianie ulega obwód dekodera (odwrotny kierunek-zbliżanie się pojemnika lub oddalanie) oraz kod wysyłany w momencie startu ze stacji przeciwnej.
Dzięki obustronnemu zasilaniu czujników na trasie sygnalizacja działa niezależnie na obu posterunkach. Przy braku napięcia jednej ze stacji na pulpicie sterowniczym stacji przeciwnej położenie pojemnika sygnalizowane będzie w sposób prawidłowy.

10.3.5. Sprzęt informatyczny w realizacji systemu SKPS

Dla potrzeb eksploatacji systemu SKPS w SOI jest zainstalowany zdwojony zestaw komputera ODRA-1305 w konfiguracji taśmowo-dyskowej z teleprzetwarzaniem. Zestaw ten zawiera:

2 jednostki centralne ODRA-1305 z pamięcią operacyjną półprzewodnikową o pojemności 256 słów maszynowych każda,
1 zestaw dysków elektronicznych CXDE-1300 złożony ze sterownika oraz 4 jednostek pamięci elektronicznej o pojemności 8 MB każdy,
1 zestaw dysków magnetycznych EC 5051 złożony ze sterownika (PDS) i 4 jednostek pamięci dyskowej po 8 MB każdy,
1 zestaw pamięci taśmowej ze sterownikiem (MTS) oraz 4 jednostkami przewijaków taśm PT2,
2 multipleksery MPX-325 40 — podkanałowe,
1 drukarka wierszowa DW-325.

Ponadto w ośrodku znajdują się urządzenia PSI, umożliwiające przełączanie poszczególnych urządzeń do jednej lub drugiej jednostki centralnej.
Bezpośredni dostęp do komputera odbywa się poprzez sieć teletransmisji. Na jedną linię telefoniczną składa się urządzenie przesyłania danych (UPD) oraz MODEMY.
Linie telegraficzne wymagają jedynie UPD.
Szczegółową konfigurację sprzętu komputerowego zainstalowanego w Stacyjnym Ośrodku Informatyki przedstawia rysunek 10.10.
W czasie normalnej eksploatacji system wykorzystuje 1 jednostkę centralną, 1 zestaw dysków oraz 1 multiplekser. Pozostałe urządzenia służą jako rezerwa lub są używane dla inicjowania i rejestru systemu, składowania danych, listowania zawartości określonego obszaru pamięci itp.



10.10. Konfiguracja sprzętu komputerowego

PDS — jednostka sterująca dyskami, *MTS* — jednostka sterująca taśmami, *MT* — pamięci taśmowe, *DW* — drukarka wierszowa, *CDT* — czytnik — perforator taśmy, *PSJ* — przełącznik interfejsu, *MPX* — multiplekser, *UPD* — urządzenie przesyłania danych, *M* — modem

W celu podtrzymania zawartości informacyjnej dysków elektronicznych CXDE-1300, w razie wyłączenia napięcia sieciowego zostały one podłączone również do zasilania z akumulatorów 12 V. Awaryjne zasilanie dysków włącza się automatycznie w momencie zaniku napięcia sieciowego.

Zdublowanie podstawowych elementów zestawu komputerowego pozwala na zapewnienie ciągłości pracy systemu, (a jest to podstawowy wymóg użytkownika) oraz umożliwia przeprowadzenie konserwacji i napraw urządzeń.

Do tej pory nie udało się uniezależnić działania systemu od zaników i wyłączeń prądu. W razie krótkotrwałego zaniku napięcia wymagany jest restart systemu, natomiast w razie wyłączenia zasilania przez dłuższy czas — SKPS nie może spełnić swojego zadania.

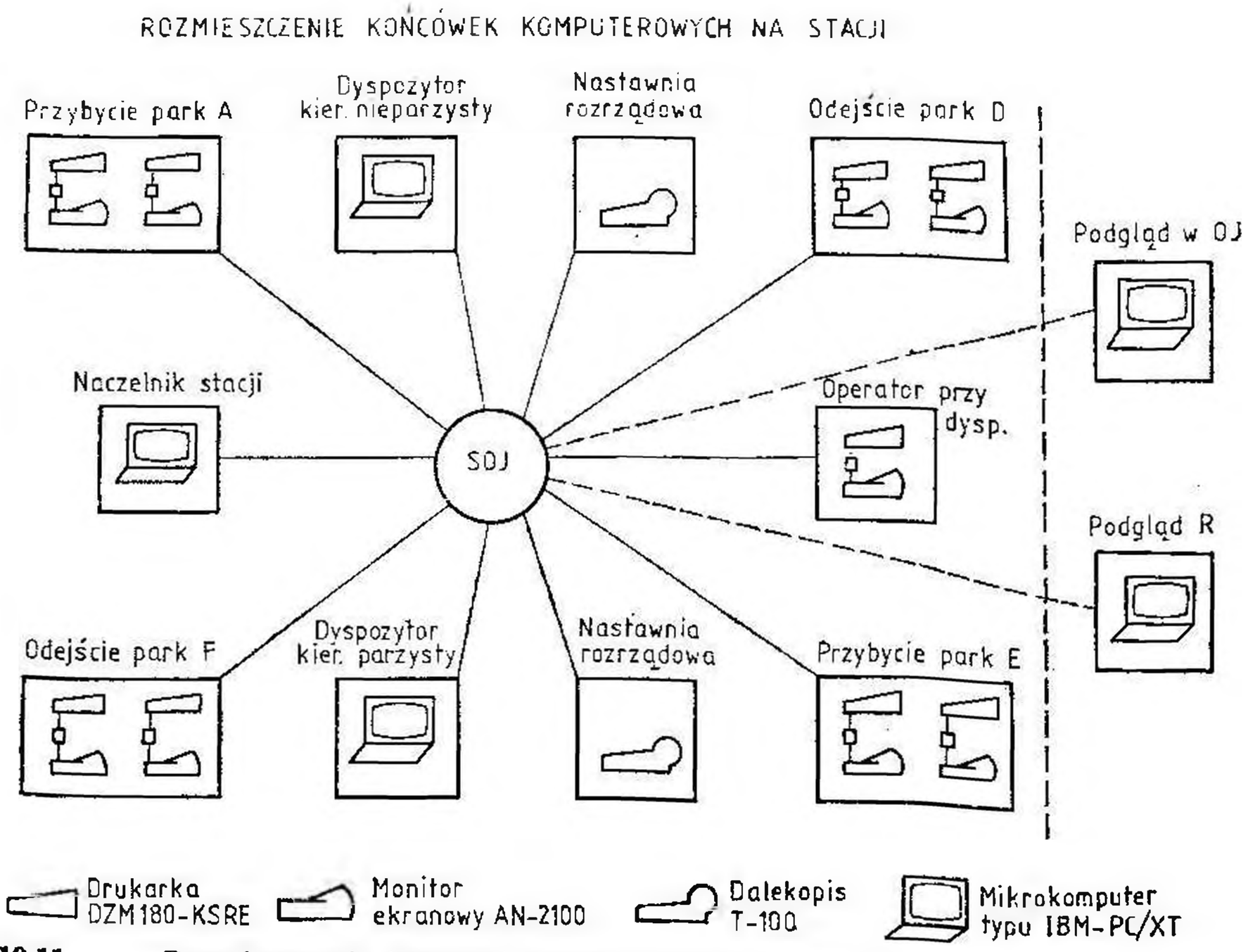
Dla potrzeb wprowadzania danych do systemu oraz wyprowadzania dokumentów i zestawień wynikowych, w różnych punktach stacji zostały zainstalowane końcówki komputerowe, tj.:

— w odprawie pociągów na przybyciu i odejściu,
— u dyspozytorów stacyjnych,
— na nastawniach rozrządowych,
— u operatora przy dyspozytorze,
— u naczelnika stacji.

Jako końcówki komputerowe używane są dalekopisy T-100, drukarki znakowo-mozaikowe DZM 180 KSRE, monitory ekranowe AN-2100 oraz mikrokomputery kompatybilne z IBM PC/XT.

Transmisja danych pomiędzy końcówkami a komputerem ODRA odbywa się po łączach sztywnych dwutorowych z szybkością 1200 bitów/s, z wyjątkiem końcówek dalekopisowych, które pracują ze standartową dla nich szybkością 50 bitów/s. Wszystkie końcówki typu drukarka DZM 180 KSRE zostały wyposażone w niezależnie pracujące monitory ekranowe. Takie rozwiązanie pozwala na znaczną oszczędność deficytowego papieru oraz umożliwia podawanie danych w razie awarii drukarki.

Szczegółowy plan rozmieszczenia końcówek komputerowych na stacji przedstawia rysunek 10.11.



10.11. Rozmieszczenie końcówek komputerowych na stacji

10.3.6. Zakres działania systemu SKPS

Eksploatowany aktualnie na stacji informatyczny System Kierowania Pracą Stacji obejmuje:

— ugięcie danych na przybyciu i generowanie pakietu dokumentów technologicznych dla pociągów na przybyciu,
— generowanie karty rozrządowej na stanowiska technologiczne i kontrolne (nastawnia rozrządowa, ustawiacz, dyspozytor stacyjny),
— ujęcie danych podczas odprawy pociągów na odejściu i generowanie pakietu dokumentów technologicznych związanych z wyprawieniem pociągu,
— obsługę informacyjną dyspozytorów stacyjnych,
— automatyczne przekazywanie analiz pociągowych do stacji przeznaczenia,
— rozliczanie zmian zespołów obróbki pociągów na przybyciu i odejściu.

Praktycznie wprowadzanie danych do systemu odbywa się przez końcówki zainstalowane w odprawach pociągów na przybyciu i odejściu. Podawane przez radiotelefon dane z wagonów — operator wprowadza do pamięci komputera. Podczas wprowadzania danych odbywa się ich weryfikacja pod względem formalnym i zgodności z danymi stałymi.

Aktualnie wagony spisuje się na przybyciu i na odejściu, co stanowi jeden z mankamentów obecnej wersji oprogramowania systemu. Spisanie pociągu na przybyciu jest podstawą do otrzymania następujących dokumentów i zestawień:

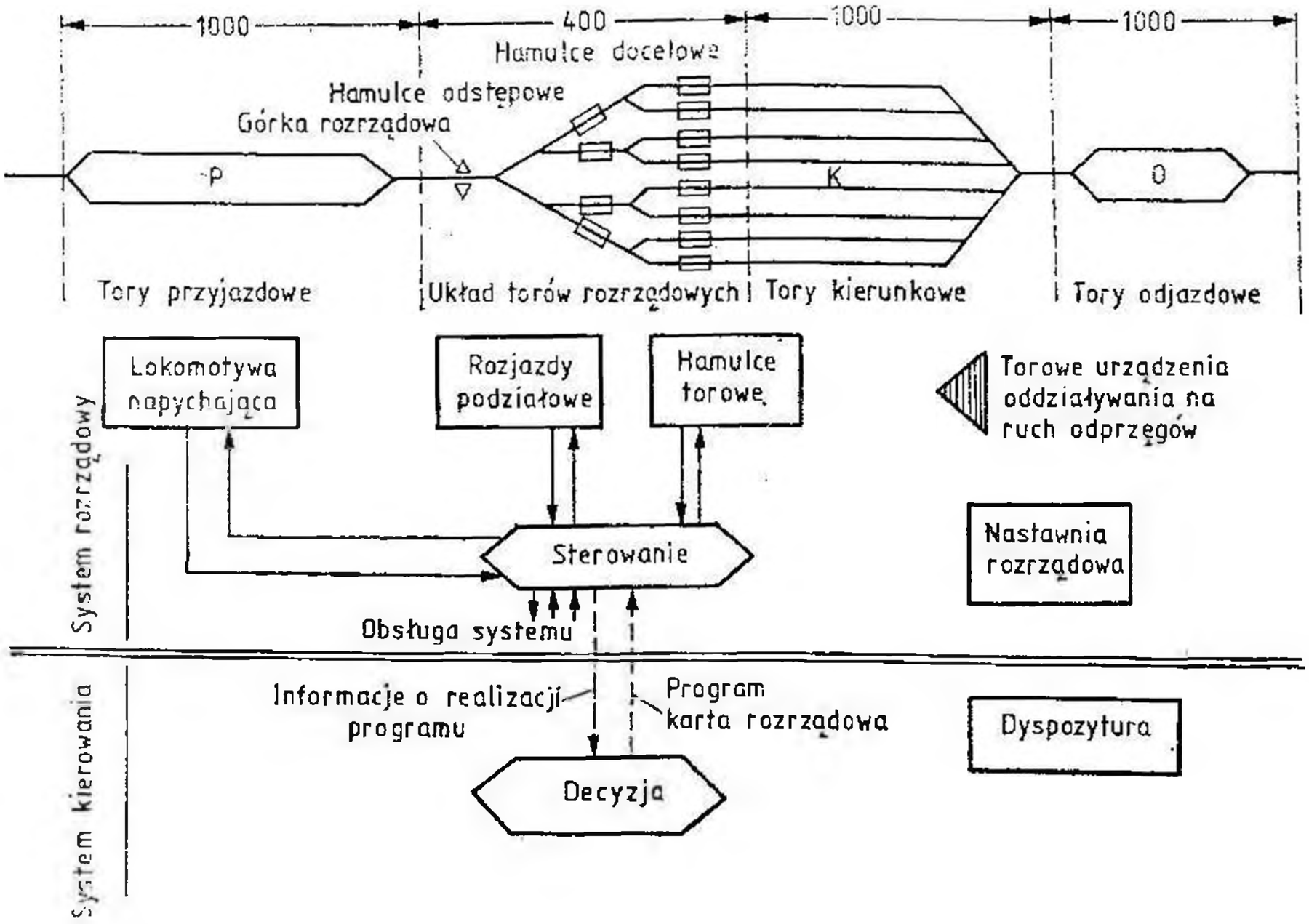
— wykaz wagonów na przybyciu,
— rozszerzony wykaz wagonów na przybyciu,
— polecenie na wagony do odstawienia,
— analiza kierunkowa na przybyciu,
— karta rozrządowa,
— wykaz wagonów tranzytujących w pociągu na przybyciu,
— wykaz wagonów loco w pociągu na przybyciu,
— wykaz pociągów na przybyciu,
— zestawienie pociągów na przybyciu według relacji.

Podanie do systemu komunikatu o rozrządzaniu pociągu umożliwia uzyskanie następucych dokumentów, zestawień oraz wydawnictw sytuacyjnych:

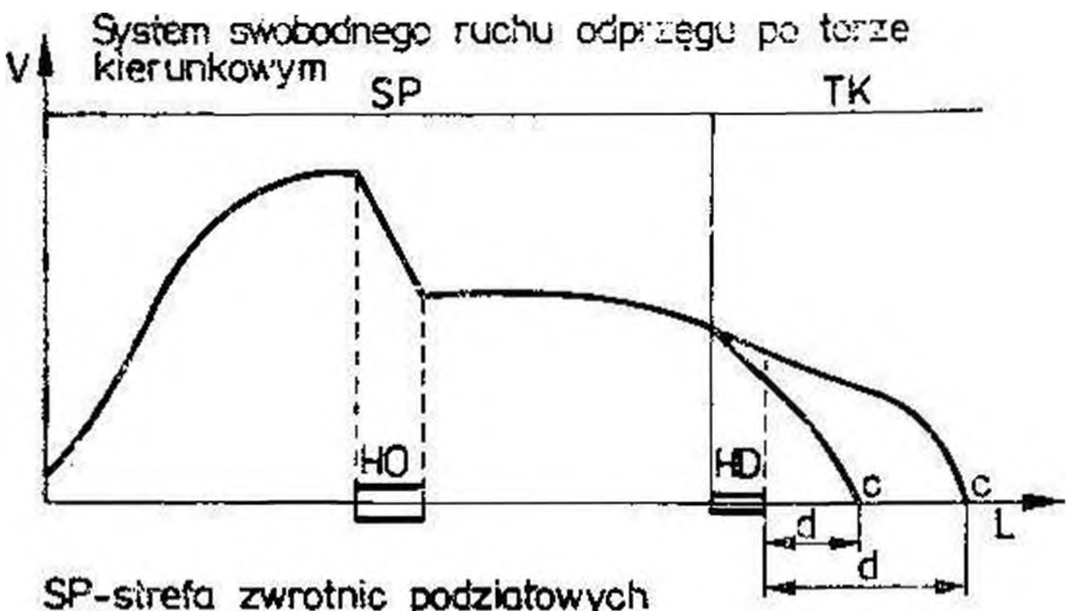
— zestawienie według relacji na torach kierunkowych,
— zbiorcze zestawienie wagonów według relacji,
— wstępny wykaz wagonów w składzie pociągu R-7,
— sytuacja eksploatacyjna na przybyciu za dobę ubiegłą,
— bieżący rejestr pracy górki rozrządowej,
— dobowy rejestr pracy górki rozrządowej,
— zmianowa statystyka pracy odpraw na przybyciu.

Spisanie pociągu na odejściu daje możliwość uzyskania następujących wydawnictw:

— wykaz pociągów na odejściu,
— wykaz wagonów w składzie pociągu R-7,
— analiza pociągu według serii,
— analiza numeryczna do stacji przeznaczenia,



10.12. Grawitacyjny system rozrządowy



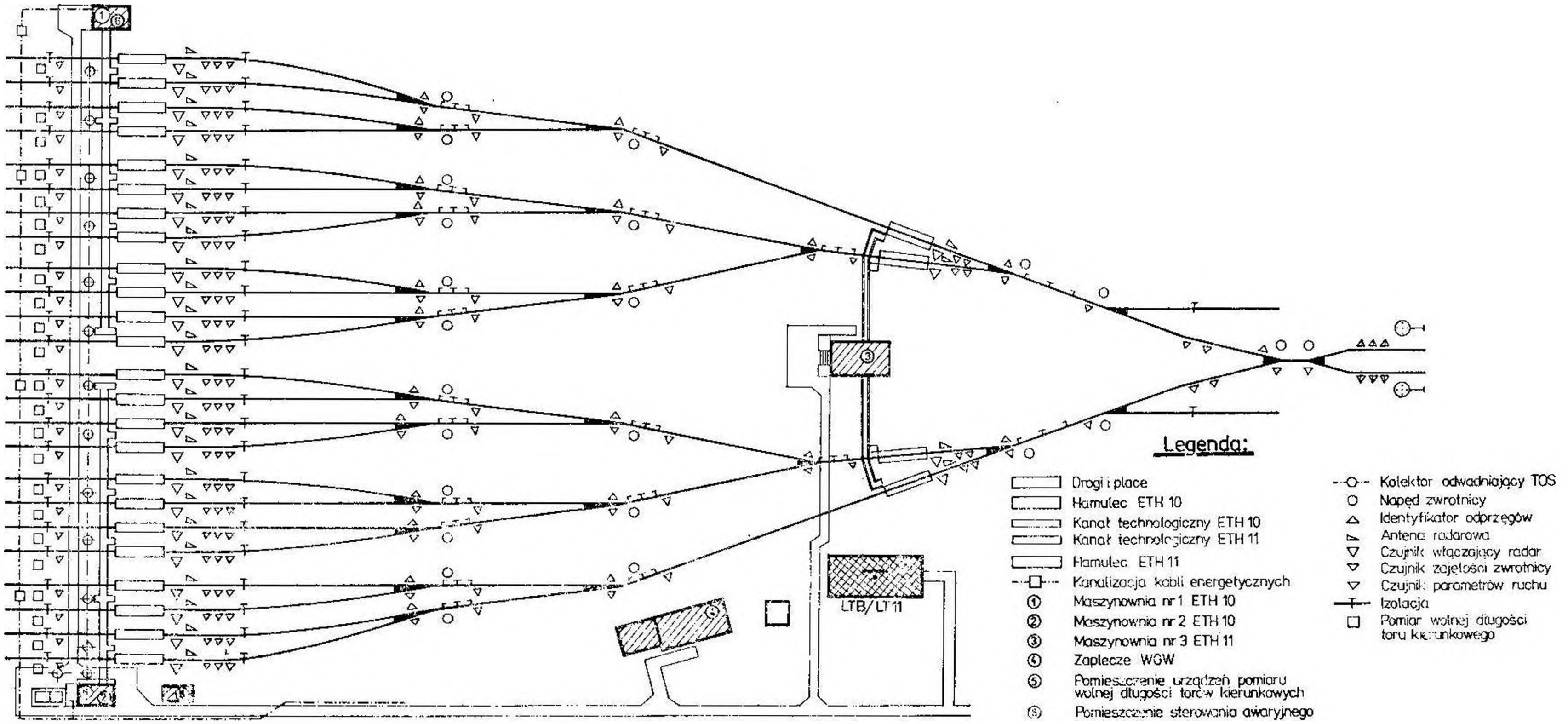
SP-strefa zwrotnic podziałowych
TK-tory kierunkowe
HO-hamulec odstępowy
HD-hamulec docelowy
c -wagony stojące na torach kierunkowych
d -wolna długość toru kierunkowego

10.13.
Funkcja grawitacyjnego systemu rozrządowego

— analiza dyspozytorska,
— zestawienie awizacji bieżącej i dobowej,
— zmianowa statystyka pracy na odejściu,
— miesięczna statystyka pracy odpraw na odejściu.

Ponadto istnieje możliwość uzyskania statystyki pracy systemu za dobę bieżącą i ubiegłą oraz tabulogramów, określających czasy wykonywania poszczególnych operacji z pociągami na przybyciu i odejściu.

Na końcówkach komputerowych typu IMB PC/XT sytuację na torach przyjazdowych oraz sytuację na torach kierunkowych można przedstawić w postaci graficznej.



10.14. Schemat wyposażenia stacji w urządzenia kompleksowej automatyzacji rozrządzania wagonów AUTO

10.3.7. Zamierzenia rozwoju systemu SKPS

Rozwój systemu SKPS będzie zmierzał równolegle w dwóch zasadniczych kierunkach, tj.:

— poszerzenie funkcji systemu o nowe zadania,

— wdrażanie systemu na kolejnych głównych stacjach rozrządowych.

W zakresie poszerzenia funkcji systemu przewiduje się wykonanie w najbliższym czasie następujących modyfikacji i uzupełnień:

— rezygnacja ze spisywania pociągów na odejściu — spisane na przybyciu wagony oraz dane o rozrządzaniu będą stanowić podstawę sporządzenia wykazu wagonów R-7 na odejściu,

— współpraca z systemem Automatycznego Sterowania Rozrządzaniem (ASR) polegająca na przekazywaniu do ASR elektronicznej karty rozrządowej i otrzymywaniu zwrotnych danych na temat przeprowadzonego rozrządzania,

— przekazywanie analiz pociągowych pomiędzy stacjami włączonymi do SKPS przez przesunięcie odpowiednich obszarów w pamięci komputera bez konieczności transmitowania tych danych po łączach telegraficznych.

W następnej kolejności funkcje systemu SKPS zostaną poszerzone o następujące zagadnienia:

— budowa informatycznego archiwum o wagonach, które przebywały na stacji w ostatnich 3 latach w celu poszukiwania wagonów,

— zinformatyzowanie prac biura wagonowego, w tym sporządzanie dokumentów związanych z pracą loco,

— przyjmowanie analiz pociągowych bezpośrednio do pamięci komputera, co pozwoli na rezygnację ze spisywania pociągów na przybyciu (pozostanie nadal sprawdzanie składu oraz podanie ewentualnych korekt),

— wspomaganie pracy dyspozytora stacyjnego, w tym planowanie rozrządzania i zestawiania pociągów,

— obliczanie wszystkich niezbędnych mierników i wskaźników pracy stacji w potrzebnych układach i okresach z jednoczesnym przekazywaniem danych do innych systemów.

Automatyczny system rozrządowy i system kierowania pracą stacji przedstawiono na rysunkach 10.12 [53], 10.13–10.16.

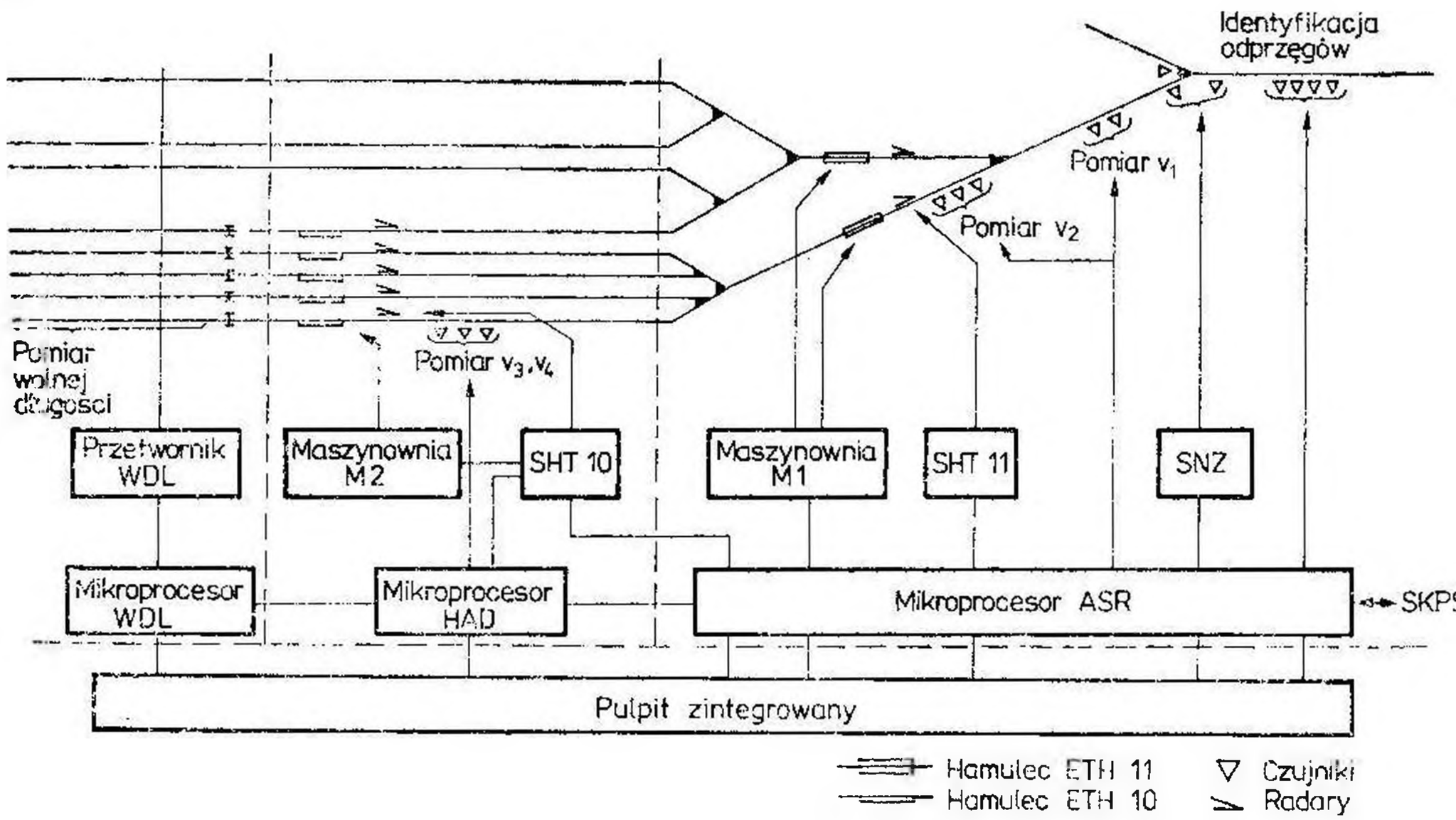
10.4. Zakres i kierunki wprowadzania automatyzacji na zagranicznych stacjach rozrządowych

10.4.1. Automatyzacja pracy manewrowej na stacji rozrządowej Seelze (DB)

10.4.1.1. Położenie stacji i jej zadania

Stacja rozrządowa Seelze (rys. 10.16*a*) [50] leży na ciągu Zagłębie Ruhry–Brunszwik–Berlin w odległości 12 km na zachód od Hanoweru. Jest to stacja dwukierunkowa, która spełnia zadania stacji rozrządowej na „sieci czarnej" (przesyłki zwykłe). Rozrządza się na niej w ciągu doby ok. 150 składów pociągowych (górka $Z = 85$ a $W = 65$) i zestawia

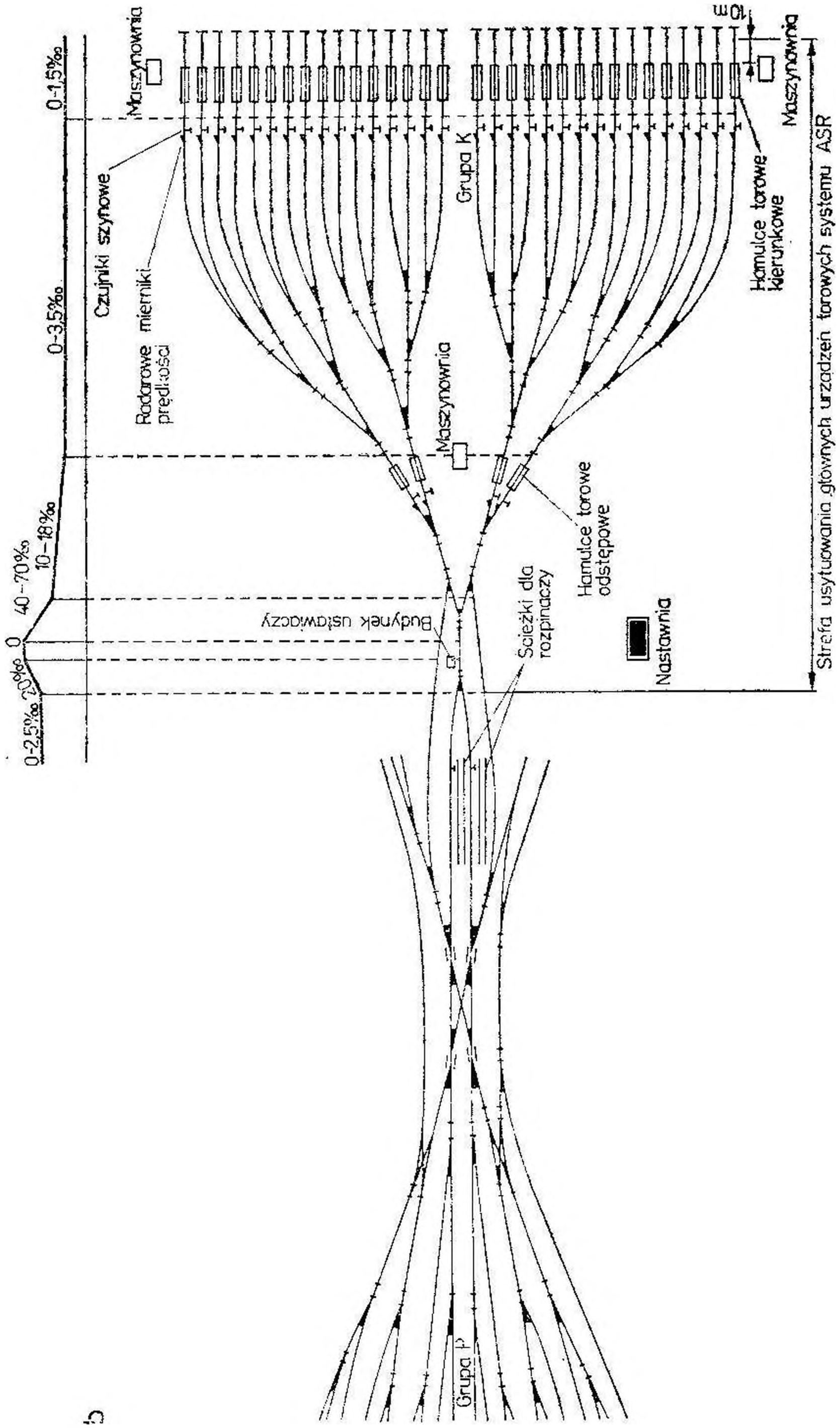
a

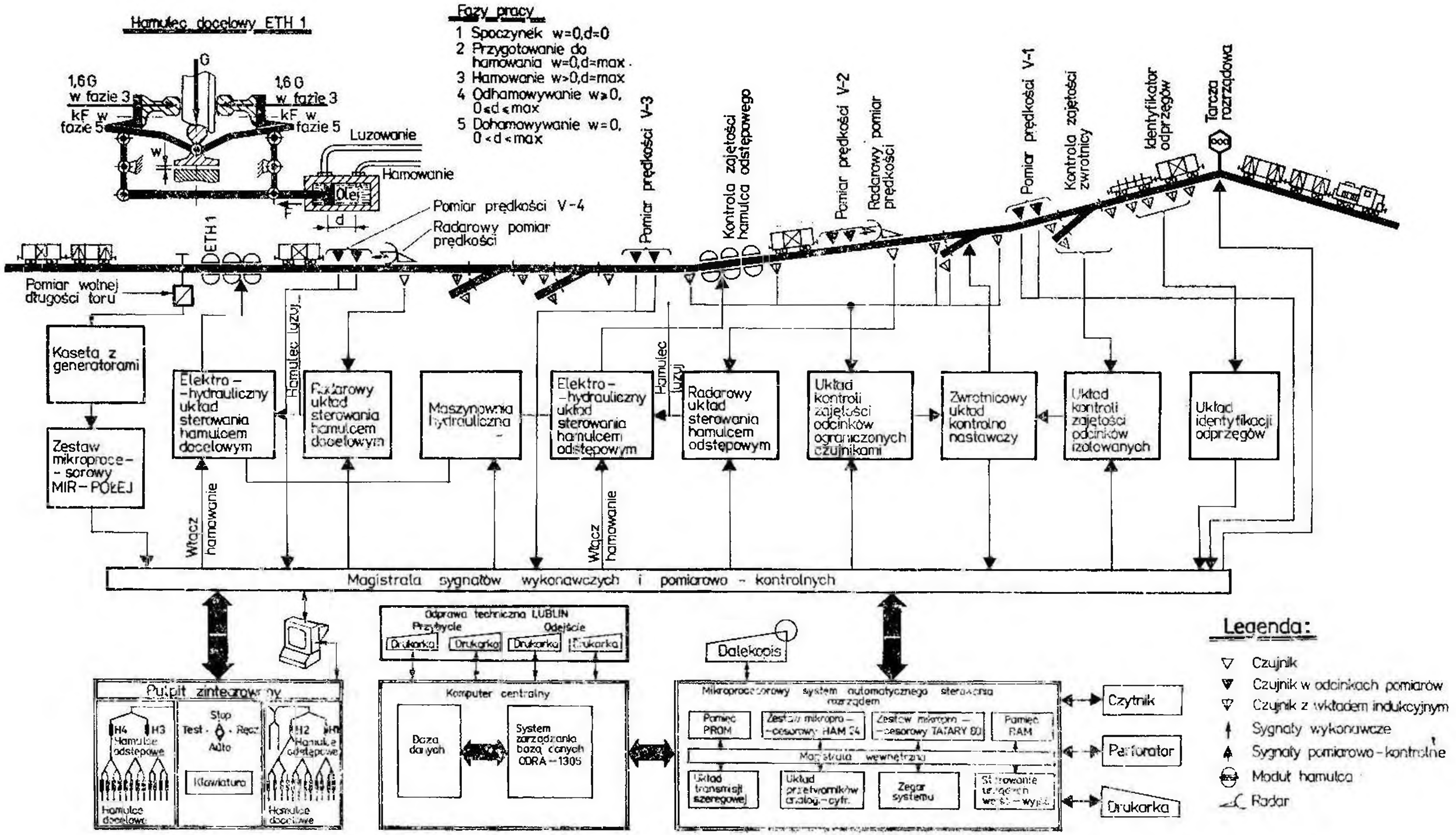


10.15.

System automatycznego sterowania rozrządzaniem;

a — konfiguracja automatycznego systemu rozrządzania (ASR), *b* — rozmieszczenie głównych urządzeń torowych systemu (ASR).


0-1,5‰
0-3,5‰
40-70‰
10-18‰
0
20‰
0-2,5‰
Maszynownia
Czujniki szynowe
Radarowe mierniki prędkości
Grupa K
Maszynownia
Hamulce torowe kierunkowe
Maszynownia
Strefa usytuowania głównych urządzeń torowych systemu ASR
Budynek ustawiaczy
Ścieżki dla rozpinaczy
Hamulce torowe odstępowe
Nastawnia
Grupa P
5



10.16. System kierowania pracą stacji rozrządowej

około 150 nowych pociągów (kierunek $Z-W = 100$, kierunek $W-Z = 50$). Oprócz tego z powodu dwukierunkowości stacji istnieje stosunkowo duży potok wagonów komunikacji węzłowej, który wynosi ok. 12% wydajności górek, co odpowiada 27 przekazom w ciągu doby ($W-Z = 15$ i $Z-W = 12$). Wydajność stacji wynosi 7700 wagonów wyprawianych na sieć w ciągu doby ($Z-W = 4850$ i $W-Z = 2850$). Wydajność górek rozrządowych kształtuje się na poziomie 9500 wagonów w ciągu doby ($Z-W = 5800$ i $W-Z = 3700$). Dotychczas największe obciążenie stacji wynosiło ok. 7210 wagonów wyprawionych w ciągu doby na sieć w pociągach własnego zestawienia, a górek rozrządowych — ok. 8150 wagonów. Przeciętny czas przejścia wagonu przez stację wynosi 5,5 h.

Stacja zatrudnia ogółem 425 pracowników, z czego w służbie manewrowej 200 osób. Na kierunku $Z-W$ jest zatrudnionych łącznie ok. 140 osób + 20% rezerwy. Koszt przerobienia jednego wagonu wynosi około 9 DM (na innych stacjach rozrządowych 11–12 DM). Stacja pracuje tylko sześć dni w tygodniu w systemie trzyzmianowym. Od godz. 14^{00} w niedzielę do godz. 14^{00} w poniedziałek jest nieczynna.

10.4.1.2. Opis stacji

Stacja rozrządowa Seelze jest stacją równiową dwukierunkową ($Z-W$ i $W-Z$). Każdy kierunek składa się z grup: przyjazdowej, kierunkowej i odjazdowej zbudowanych w układzie podłużnym oraz grupy porządkowej. Cała stacja jest podzielona na 11 okręgów nastawczych (10 elektromechanicznych i 1 przekaźnikowy).

Do pracy manewrowej wykorzystuje się 10 lokomotyw manewrowych serii 290, każda o mocy 810 KM, wyposażonych w urządzenia radiowe o 6 częstotliwościach. Oprócz tego dwie lokomotywy wykorzystywane na górce Z są wyposażone w urządzenia do zdalnego sterowania za pomocą radia. Ponieważ kierunek $W-Z$ stacji jest układem o niewielkim znaczeniu dla pracy sieciowej, pozostała część traktująca o stacji Seelze będzie poświęcona wyłącznie kierunkowi $Z-W$.

10.4.1.3. Kierowanie pracą stacji

Urządzenia teleinformatyczne

W ramach eksperymentalnego, zintegrowanego systemu kierowania transportem kolejowym w rejonie „wyspy cybernetycznej Hanower" funkcjonuje na stacji Seelze system informatyczny będący elementem ogólnego systemu kierowania pracą tej stacji. Zintegrowany system kierowania transportem kolejowym w rejonie Hanoweru współpracuje z systemem ewidencji danych o wagonach DB, którego centrum wyposażone w maszynę cyfrową IBM 360/65 znajduje się we Frankfurcie nad Menem.

Dla potrzeb zintegrowanego systemu kierowania transportem na „wyspie cybernetycznej Hanower" zorganizowano centrum przetwarzania danych w Hanowerze. Centrum to obejmuje również sprzęt teleinformatyczny dla potrzeb systemu informatycznego funkcjonującego na stacji Seelze. W tym systemie pracują następujące urządzenia:

— komputery 303 i 305 systemu Siemens 300,
— urządzenia sterujące wymianę danych między komputerami 303 i 305,
— osiem dalekopisów, każdy z czterema kanałami transmisji danych,

— cztery jednostki pamięci bębnowej, każda o pojemności 256 KB,
— cztery jednostki do bezpośredniego wprowadzania danych ujmowanych na układzie torowym stacji, każda z ośmioma kanałami danych,
— pulpit obsługowy.

Ponadto w ramach tego systemu są badane dwa prototypowe urządzenia do bezpośredniego — klawiaturowego wprowadzania danych do urządzeń, przetwarzania danych w postaci znaków oraz wyprowadzania danych za pomocą głosu.

System informatyczny

Eksperymentalny system informatyczny stosowany na stacji rozrządowej Seelze obejmuje rejon podejścia pociągów na kierunek $Z-W$ stacji oraz grupę przyjazdową i górkę rozrządów, a w najbliższym czasie będzie obejmował pozostałą część układu torowego stacji tego kierunku. Podstawowe dane dla systemu o wagonach i pociągach, które przyjeżdżają na kierunek $Z-W$ stacji są ujmowane przez stacje zestawienia tych pociągów. Dotyczy to około 70% wszystkich pociągów kończących ruch na kierunku $Z-W$. Dla pozostałych pociągów dane wyjściowe zasilające system są ujmowane po wyjeździe tych pociągów na grupę przyjazdową.

W celu przekazywania danych o pociągach przyjeżdżających na kierunek $Z-W$ została zorganizowana dalekopisowa sieć awizacyjna, do której włączono 16 stacji zestawiających pociągi do stacji Seelze. Sieć ta współpracuje bezpośrednio z komputerem Siemens 303, w którym są gromadzone i przechowywane informacje o wagonach, aż do chwili wjazdu tych pociągów na stację.

W przypadku awizacji składów pociągowych system informatyczny jest zasilany danymi o wagonach i pociągach w postaci numerycznego wykazu wagonów w pociągu (Wagenliste). A oto przykładowy wykaz awizacyjny:

Wykaz wagonów w składzie pociągu Poc. 18632 w dniu 20. 11. 1973

Lp.	Numer wagonu	Rodz. wagonu	X	L	QŁ	QB	QH
1.	21680413560-0 kar 8	IEAS	3	262	11	35	28 *mh*
	uwagi: 2 hem						
2.	21804137761-3 esn 9	IEAS	3	262	10	36	36 *mh*
	uwagi: 2 hem						
3.	21804137768-8 esh 27	IEAS	3	262	9	35	35 *mh*
		⋮					
20.	21804137523-7 mve 20	IEAS	3	252	7	33	33 *mh*
	uwagi: 2 hem						

X : 60
XŁ : 60
XP : 0
QŁ : 205 t
QB : 705 t
QH : 635 t
L : 500 m

15.12 — godzina przekazania wykazu
Koniec

X — liczba osi fizycznych wagonu, L — długość wagonu ze zderzakami [dm], QŁ — ciężar ładunku, QB — ciężar wagonu brutto, QH — ciężar hamowany, m — wagon wyposażony w urządzenia hamulca zespolonego, h — wagon wyposażony w hamulec ręczny, kar 8, esn 9, esh 27, mve 20 — skróty węzłów kierunkowych, 2 hem — wagon należy hamować dwoma płozami.

Dla wagonów będących własnością DB spisuje się w terminie dane dotyczące stanu faktycznego:

— numer wagonu,
— ciężar ładunku,
— ciężar hamowany,
— skrót węzła kierunkowego,
— uwagi.

Dla wagonów należących do obcych zarządów oraz dla wagonów prywatnych spisuje się w terenie wszystkie dane przedstawione w wykazie awizacyjnym.

Na stacji Seelze dane o wagonach w składach pociągów, które nie były zaawizowane, są sprawdzane w grupie przyjazdowej $Z-W$ przez pracownika techniczno-handlowego przyjmującego skład pociągu. Pracownik ten dysponuje nadawczo-odbiorczym urządzeniem radiowym, za pomocą którego dyktuje dane do centrali. Tam, operator nanosi przekazywane mu dane na taśmę perforowaną. Wprowadzenie danych naniesionych na taśmę perforowaną odbywa się poprzez czytnik taśmy perforowanej, znajdujący się w centrali. Wjazd każdego pociągu na kierunek $Z-W$ stacji jest zgłaszany do systemu informatycznego przez dyżurnego ruchu. Wprowadzenie tego meldunku powoduje przekazanie danych o określonym pociągu z komputera 303 do komputera 305.

Ponadto system informatyczny może być zasilony podczas procesu przygotowania pociągu do rozrządzania meldunkami aktualizującymi zbiory danych o wagonach znajdujących się na stacji. Do ważniejszych meldunków zalicza się:

— meldunek ALEB, za pomocą którego uzupełnia się dane o wagonach, np.: ALEB 7685 = 29 : 2, 140, 25 mh; oznacza to, że kolejny 29 wagon pociągu nr 7685 jest wagonem 2-osiowym (2), o długości 140 dm, ciężarze hamującym 250 kN, z czynnym aparatem hamulca zespolonego oraz hamulcem ręcznym (— znak końca meldunku),
— meldunek LOES, za pomocą którego kasuje się dane o wagonach, np.: LOES 6836-26-33; oznacza: że należy skasować w systemie wszystkie dane zapamiętane o kolejnych wagonach od 26 do 33 w pociągu nr 6836 (wagony te nie znajdowały się w składzie pociągu),
— meldunek DREH, za pomocą którego zamienia się miejscami odwzorowanie kolejności wagonów w pociągu, np. DREH 6836; oznacza, że pierwszy wagon w pociągu nr 6836 jest wagonem ostatnim, a wagon ostatni jest wagonem pierwszym,
— meldunek DIPO, za pomocą którego zmienia się przeznaczenie toru kierunkowego, np.: DIPO 61625-21, 32; oznacza, że 21 wagon z pociągu nr 61625 powinien zostać skierowany w procesie rozrządzania na tor kierunkowy 32.

Przedstawione meldunki uaktualniają dane o wagonach i pociągach znajdujących się na torach przyjazdowych kierunku $Z-W$. Rozszerzenie tego systemu na cały układ rozrządowy wymaga wprowadzenia dalszych meldunków aktualizujących. W etapie

przejściowym, wprowadzenie meldunku o rozrządzeniu określonego pociągu powodowało wykasowanie danych o wagonach z pamięci systemu.

Organizacja prac związanych z przygotowaniem pociągów do rozrządzania

Przygotowanie danego pociągu do rozrządzania rozpoczyna się z chwilą wprowadzenia za pomocą dalekopisu programu wywołującego wykaz wagonów w konkretnym składzie pociągu. W przypadku, gdy dany pociąg nie został zaawizowany, system oczywiście wykazu takiego nie wyda. W związku z tym odprawiacz techniczno-handlowy ujmuje z gruntu dane o wagonach w tym pociągu, co jest jednoznaczne z pobieżnymi oględzinami techniczno-handlowymi. Przeciętny czas ujęcia danych o wagonach w pociągu (średnio 50 wagonów) wynosi ok. 30 min. W przypadku, gdy pociąg był zaawizowany, odprawiacz techniczno-handlowy otrzymuje z systemu (poprzez dalekopis zlokalizowany w odprawie) wykaz kontrolny dla określonego pociągu, a to przykład takiego wykazu kontrolnego.

Wykaz kontrolny 20. 11. 1973. Poc. 18632 — przewidywany czas przybycia 15.51

Lp.	Numer wagonu	X	tor kierunkowy	odprzęg	uwagi
1.	8054	3	51	1	2 hem
2.	7613	2	68		
3.	7688	2	68	2	
4.	1040	3	41	3	2 hem
			⋮		
20.	5645	3	52	10	2 hem

16.08 — godzina wydruku

Koniec

X, 2 hem — jak w wykazie wagonów w składzie pociągu, nr wag. — cztery ostatnie cyfry.

Z tym wykazem odprawiacz techniczno-handlowy udaje się do pociągu, gdzie porównuje dane zawarte w wykazie z danymi znajdującymi się na każdym wagonie. Ujawnione rozbieżności są wprowadzane do systemu za pomocą meldunków aktualizujących. Zakończenie przygotowania składu pociągowego do rozrządzania powinno zostać potwierdzone wprowadzeniem odpowiedniego meldunku przez odprawiacza techniczno-handlowego. W zależności od stanu technicznego automatyki rozrządzania meldunkiem tym może być program RANG lub ZERL.

Program RANG jest dla systemu informatycznego rozkazem wydania karty rozrządowej, natomiast ZERL — rozkazem wydania programu rozrządzania. Pierwszy z tych programów dotyczy pracy rozrządzania w przypadku awarii systemu automatyki (funkcjonuje system półautomatyczny), drugi zaś dotyczy przypadku działania urządzeń automatyki. Karta rozrządowa oraz program rozrządzania wydawane są za pomocą oddzielnych sieci dalekopisowych na następujących stanowiskach pracy:

— ustawiacz górki rozrządowej łącznie z manewrowym, sprawdzającym poprawność podziału składu pociągowego na odprzęg,
— nadzorujący rozrządzanie na nastawni rozrządowej,
— nadzorujący rozrządzanie na torach kierunkowych.

Wydaniu karty rozrządowej (RANG) towarzyszy na posterunku ustawiacza górki rozrządowej wydanie taśmy perforowanej z wyselekcjonowanymi danymi do nastawiania zwrotnic (na wypadek awarii automatyki).

A oto przykład karty rozrządowej i programu rozrządzania:

Karta rozrządowa

Poc.	8975	Tor 185	08. 11. 73	14. 08
1/	X	34	34	
2.04			44	
3./	X	37	37	
4./4		49+6+	49	
5./	X	52	52	
6.V		68	68	
7.///	—	36	36	
8.VVVX		42	42	
		⋮		
17.X/X/	X	68	68	

56 wagonów Koniec

/— wagon dwuosiowy ładowny, O — wagon dwuosiowy próżny, Ø — wagon czteroosiowy próżny, V — wagon czteroosiowy ładowny, X/ — wagon sześcioosiowy ładowny, O4 — cztery wagony próżne, /6 — sześć dwuosiowych wagonów ładownych, x — hamulec ręczny bez konieczności obsadzania, X — konieczność obsadzenia hamulca, +6+ — odprzęg sześciowagonowy z wagonami ponad sześcioosiowymi.

Program ROZRZĄDZANIA POC. 6975 tor 185 08. 11. 73 14.08

Lp.	m	x	tor	odprzęg	(x)	tor	uwagi
1.	+	2	34	1	(2)	34	
2.		6	44				
3.		6	44				
4.		6	44	2	(18)	44	
5.	+	2	37	3	(2)	37	
6.		2	49	4	(2)	49	
7.	+	2	52				2 hem
8.	+	2	52				2 hem
9.	+	2	52	5	(6)	52	2 hem
					⋮		
35.	—	4	68	17	(2)	68	

(O — leas)

tory	osie
34	2
44	18
37	2
⋮	
68	2

14.10 Koniec

lp. — liczba porządkowa wagonu w pociągu, m — masa wagonu (— poniżej 10 t, + — powyżej 30 t), X — liczba osi, odprzęg — numer kolejny odprzęgu w składzie pociągu, (O — leas) — brak wagonów do przewozu samochodów, |N| — znak końca części podsumowującej.

Dyspozytura stacji na kierunku *Z—W*

Praca manewrowa na tym kierunku jest nadzorowana przez dyspozyturę stacji, której podstawą działalności są:

— rozkład jazdy pociągów przyjeżdżających i odjeżdżających,

— plan przejścia wagonów przez stację,

— dane przekazywane przez system informatyczny.

Dyspozytor prowadzi wykaz pracy dla tego kierunku, nanosząc na bieżąco stany obciążenia torów stacyjnych dla rejonu nie objętego systemem informatycznym.

Dane o aktualnym stanie ruchu na torach kierunkowych odnotowane na wykazie pracy stacji oraz informacje z systemu informatycznego są podstawą planowania zestawiania pociągów dodatkowych, dla których należy z wyprzedzeniem, co najmniej trzech godzin, określać zapotrzebowanie na lokomotywy i drużyny pociągowe. Do współpracy z systemem informatycznym dyspozytor wykorzystuje monitor ekranowy z klawiaturą oraz maszynę piszącą. W każdej chwili może on, posługując się odpowiednimi programami, żądać od systemu zestawień, przedstawiających sytuację ruchową na podejściach oraz grupie przyjazdowej.

Podstawowym zestawieniem informacyjnym w pracy dyspozytora jest informacja o składzie pociągu (wykaz dyspozycyjny) podjeżdżającego do stacji, prezentowana przez system informatyczny. Dyspozytor uzyskuje te informacje, wprowadzając program ZUIN, np. ZUIN 7683 = 1 dotyczy pociągu 7683, który nie przyjechał na stację do chwili żądania zestawienia (= 1). Wprowadzenie tego programu powoduje wydruk zestawienia na maszynie piszącej lub wyświetlenie na monitorze ekranowym. A oto treść przykładowego wykazu dyspozycyjnego:

Wykaz dyspozycyjny 15. 11. 73 10.03

Poc. 7683 przewidywane przybycie 15. 11 godz. 12.03

kierunek	Lw.	x	slw	sx	ntk	lp	numer wagonu	rodzaj
17113	1	2				21	21801517630-6	0
han21p	1	2						
han21	6	24	7	26	36			
kar 4	2	4	2	4	37			
reg 8	1	2	1	2	42			
han48	5	20	5	10	43			
ffw 5	1	2						
sbr 7	2	4	3	6	44			
			⋮					
han88	1	2	1	2	37			
45wag	113x	898t	809m					

Koniec

Lw. — liczba wagonów, x — liczba osi, slw — sumaryczna liczba wagonów, sx — sumaryczna liczba osi, ntk — numer kierunkowego toru, lp — kolejny numer wagonu

wymagającego wyjątkowego przejścia przez stacje (w tym przypadku wagon powinien odejść ze stacji poc. nr 17113).

Do innych ważniejszych zestawień, które często wykorzystuje dyspozytor przy planowaniu pracy zestawiania pociągów dodatkowych, należą informacje, które może otrzymać z systemu informatycznego po wprowadzeniu programów ZUAN, GSEI, ZUFE, ZUZU, ZUSI.

Za pomocą programu ZUAN dyspozytor jest informowany o wjeździe pociągów na stację, uszeregowanych w kolejności przewidywanego czasu przybycia oraz znajdujących się w grupie przyjazdowej Z. Wydruk tych informacji następuje z horyzontem czasowym 9 h.

Za pomocą programu GSEI dyspozytor może otrzymać z systemu informatycznego wykaz przedstawiający zajętość poszczególnych torów grupy przyjazdowej.

Po wprowadzeniu programu ZUFE dyspozytor może żądać od systemu, z maksymalnym sześciogodzinnym wyprzedzeniem, danych dotyczących wjazdu wagonów na układ rozrządowy $Z-W$ stacji z podziałem na dziesięć relacji dalekobieżnych.

Program ZUZU służy do wywołania z systemu z maksymalnym dwugodzinnym wyprzedzeniem informacji, dotyczących wjazdu wagonów we wszystkich zaawizowanych pociągach do jednej z dziesięciu relacji określonych w programie ZUFE. Zestaw tych informacji zawiera wykaz pociągów uszeregowanych według kolejności ich przyjazdu na układ $Z-W$ stacji, jak również liczby wagonów i osi danej relacji znajdujących się w tych pociągach.

Po wprowadzeniu programu ZUSI system informatyczny wydaje dyspozytorowi wykaz, w którym jest opisany określony skład pociągu z przydziałem zawartych w nim wagonów do torów kierunkowych. Aktualną sytuację w grupie kierunkowej dyspozytor odtwarza na wykazie pracy stacji, ustalając po każdym rozrządzanym ciągu (na podstawie karty rozrządowej lub programu rozrządzania) nowe liczby wagonów na każdym torze kierunkowym. Z rejonu zestawiania dyspozytor otrzymuje informacje telefoniczne o realizacji pracy manewrowej w tym rejonie, które nanosi w wykazie pracy stacji, uaktualniając liczby wagonów na każdym torze kierunkowym.

Organizacja pracy zestawiania składów pociągowych

Pociągi są zestawiane na końcówkach torów kierunkowych lub w grupie porządkowej. Wszystkie dyspozycje związane z zestawieniem pociągów podejmuje pracownik nadzorujący rejon zestawiania. Współpracuje on bezpośrednio z dyspozytorem stacyjnym przy zestawianiu pociągów dodatkowych oraz zostaje poinformowany o zapełnieniu torów kierunkowych.

W zależności od zmieniającego się obciążenia stacji w rejonie zestawienia wykorzystuje się dwie lokomotywy na zmianie porannej oraz trzy lokomotywy na zmianie popołudniowej i nocnej. Dodatkowa lokomotywa na zmianie popołudniowej i nocnej obsługuje punkty ładunkowe oraz urządzenia do mycia i odkażania wagonów, jest również wykorzystywana przy zestawianiu pociągów, których jest więcej niż na zmianie porannej.

Obsada osobowa drużyn lokomotywowych jest zróżnicowana. Dwie lokomotywy mają obsadę czteroosobową (ustawiacz, dwóch nadzorujących ruch oraz manewry), natomiast

trzecia lokomotywa do pociągów zbiorowych i wielogrupowych ma obsadę pięcioosobową (ustawiacz, sekretarz, dwóch nadzorujących ruch oraz jeden manewrowy). Przy zestawianiu pociągu wielogrupowego (zbiorowego) w grupie porządkowej sekretarz wykonuje czynności rozprzęgającego wagony, ustawiacz pracuje na wyrzutni płozowej, natomiast pracownicy nadzoru i manewrowy wykonują czynności płozowych na torach porządkowych. Kartę rozrządową dla składu porządkowego przygotowuje sekretarz na podstawie danych na nalepkach kierunkowych. Podstawą działalności pracownika nadzorującego pracę zestawiania pociągów jest rozkład jazdy pociągów odjeżdżających oraz informacje od dyspozytora o stanie zapełnienia torów kierunkowych. Znając minimalny czas potrzebny na zestawienie pociągów oraz czas ich przygotowania do odjazdu, określa on czas rozpoczęcia zestawiania oraz przydziela do wykonania tej pracy drużyny manewrowe wraz z lokomotywą. Warunki, jakie muszą być spełnione przy zestawianiu każdego pociągu (długość, ciężar i ciężar hamowany), są określone w wyciągu o pracy zestawiania pociągów, który ma każdy ustawiacz. On też decyduje, jakie wagony należy włączyć do zestawianego pociągu. W czasie zestawiania pociągu ustawiacz jest w ciągłym kontakcie z pracownikiem nadzoru rejonu zestawiania dzięki łączności radiowej.

Organizacja przygotowania składów pociągowych do odjazdu

Czas przygotowania składu pociągowego do odjazdu (ok. 50 wagonów) wynosi 60 min. Czynności z tym związane wykonuje dwóch pracowników skręcających sprzęgi śrubowe, trzech rewidentów wagonowych i trzech odprawiaczy handlowych, którzy mają jednocześnie obowiązek spisania pociągu oraz odebrania dokumentów przewozowych. Wagony uszkodzone są wyłączane z zestawionych pociągów przez jedną z drużyn manewrowych, zestawiających składy pociągowe. Ustawiacz, który nadzoruje wyłączanie wagonów, zgłasza przez radio pracownikowi nadzorującemu pracę zestawiania liczbę tych wagonów i numery torów kierunkowych, na które zostały one odstawione. Pracownik nadzoru rejonu zestawiania przekazuje te dane dyspozytorowi kierunku $Z-W$.

10.4.1.4. Automatyzacja pracy rozrządzania

Podział procesów rozrządzania i stopień ich automatyzacji

Automatyczne sterowanie mają następujące procesy rozrządzania:

— nastawianie zwrotnic w strefie podziałowej torów kierunkowych,
— regulowanie prędkości ruchu odprzęgów w strefie podziałowej i na torach kierunkowych,
— sterowanie prędkością napychania przy udziale ustawiacza górki rozrządowej.

Cały system sterowania rozrządzaniem składa się z dwóch elementów:

— sterowania automatycznego (bez udziału człowieka),
— sterowania zastępczego (półautomatycznego z udziałem człowieka).

Do automatycznego sterowania nastawianiem zwrotnic i regulowania prędkości przetaczanych odprzęgów na stacji stosuje się komputer Siemens 304, znajdujący się w nastawni rozrządowej Swb. Współpracuje on w procesie rozrządzania z całym szeregiem urządzeń torowych w trybie nadążnym oraz z komputerem Siemens 305, który jest podstawą systemu informatycznego dla stacji.

Urządzenia i programy systemu sterowania

Przy sprawnej automatyce rozrządzania komputer sterujący procesem rozrządzania otrzymuje program rozrządzania z systemu informatycznego Siemens 305. Dane z programu rozrządzania są wykorzystywane do sterowania nastawianiem dróg przebiegu w strefie podziałowej torów kierunkowych i do regulowania prędkości staczanych odprzęgów w tej strefie i na torach kierunkowych.

System sterowania tymi procesami obejmuje dwa rodzaje urządzeń:

— urządzenia centralne, tj. komputer, urządzenia komunikacyjne oraz przetworniki wejścia — wyjścia,

— urządzenia zewnętrzne, tj. sprzęt do przekazywania danych o stanie toru zwrotnic, hamulców torowych, urządzeń przemieszczających, urządzeń nastawczych oraz napędowych (liczniki osi, kontakty szynowe, urządzenia do określania ciężaru, prędkości, długości oraz oporów przetaczanych odprzęgów itp.).

Do sterowania urządzeniami manewrowymi są opracowane odpowiednie programy zawarte w komputerze sterującym (Siemens 304). Komputer ten pracuje według kolejnych programów sterujących:

— przebiegami w strefie podziałowej torów kierunkowych,

— hamulcami dolnymi,

— hamulcami torów kierunkowych,

— urządzeniami przemieszczającymi.

Sterowanie przebiegami w strefie podziałowej torów kierunkowych

Podstawowymi danymi w procesie automatycznego nastawiania zwrotnic w strefie podziałowej są informacje zawarte w programie rozrządzania i meldunkach o stanie zajętości zwrotnic.

W ramach programu rozrządzania komputer sterujący otrzymuje z systemu informatycznego następujące dane o każdym wagonie i odprzęgu ustawionym w określonym porządku w składzie rozrządzanego pociągu:

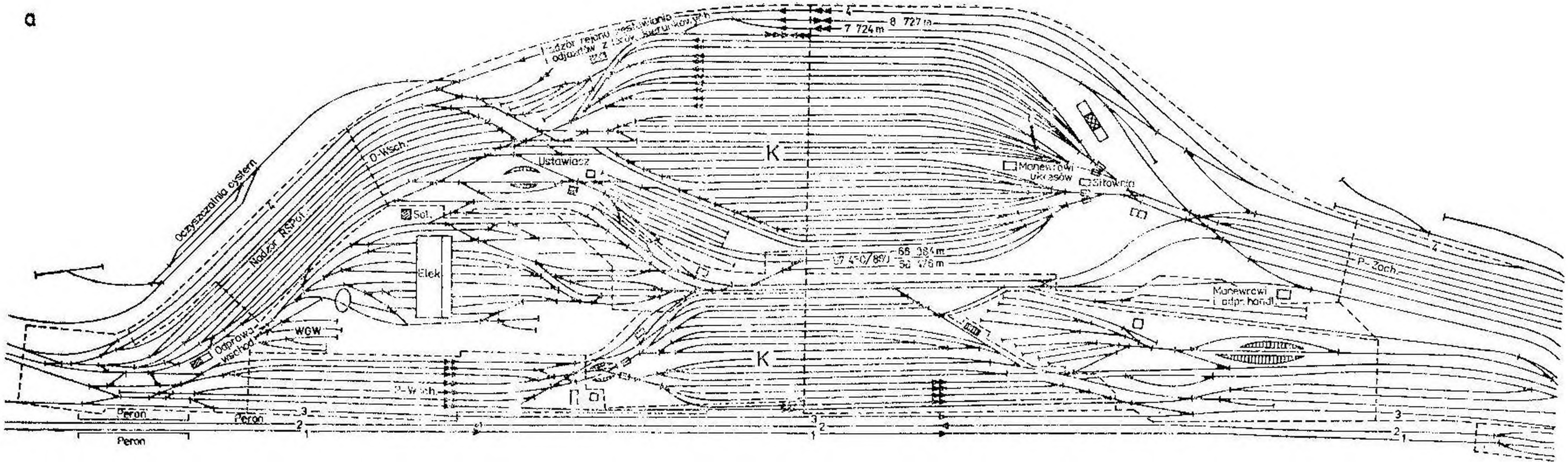
— liczbę osi fizycznych,

— numer toru kierunkowego, na który będzie przetoczony wagon,

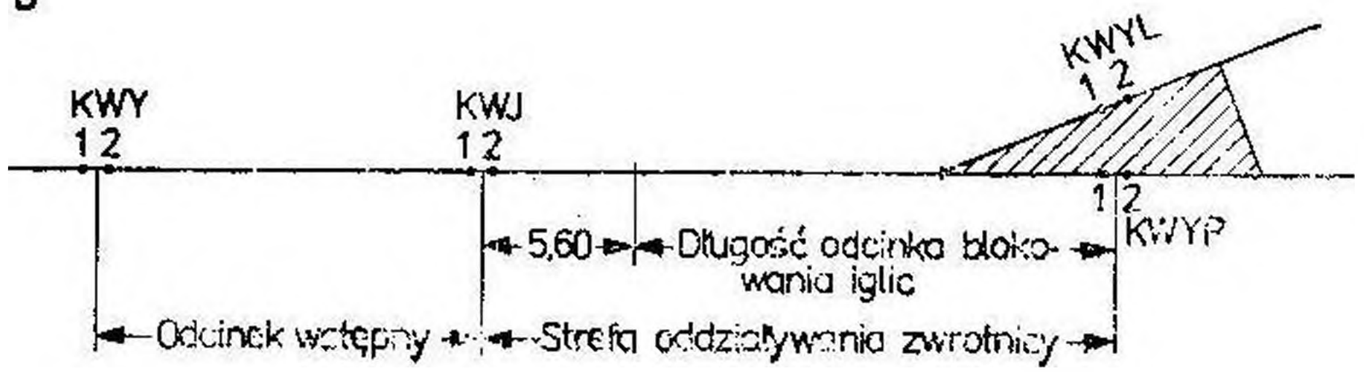
— miejsca, w których rozrządzony skład powinien zostać podzielony na odprzęgi.

Meldunki o stanie zajętości zwrotnic, przekazywane do komputera sterującego w trakcie procesu staczania (w czasie nadążnym), zawierają informacje o liczbie osi wagonów, które znajdują się na zwrotnicach lub opuściły określone zwrotnice podziałowe. W tym celu każda zwrotnica podziałowa została ograniczona podwójnymi kontaktami szynowymi (rys. 10.17), co umożliwiło ustalenie kierunku przemieszczania odprzęgu na poszczególnych zwrotnicach, a tym samym śledzenie biegu wagonów w całej strefie podziałowej. Długość odcinka blokowania iglic zależy od typu zastosowanego rozjazdu. Jest ograniczona początkiem zwrotnicy i punktem, w którym osadzono iglicę. Odległość od początku iglicy do podwójnego kontaktu wjazdowego wynosi 5,6 m i ma charakter ochronny, tzn. jeśli odprzęg zbliży się z maksymalną prędkością do zwrotnicy na odległość najwyżej 5,6 m, to zdąży się ona jeszcze przestawić w położenie przeciwne, zanim

a



b



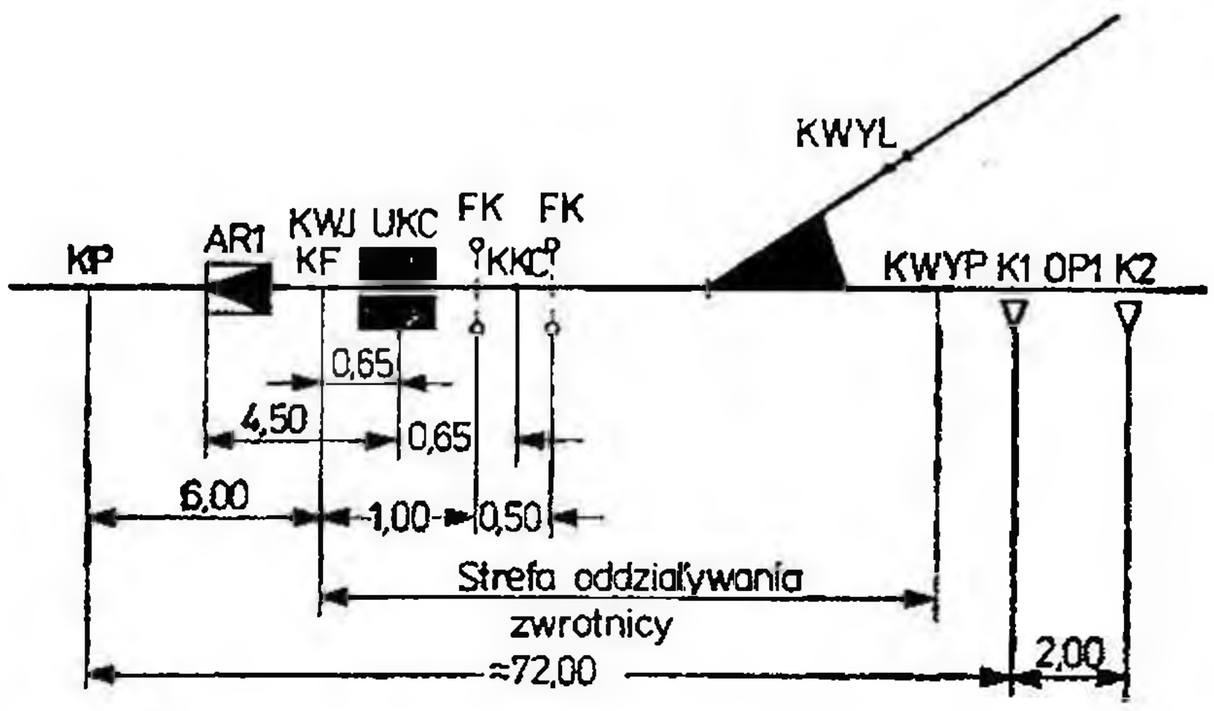
10.17

Stacja rozrządowa Seelze (DB)

a — plan torów stacji Seelze DI, [50], *b* — schemat ograniczenia zwrotnicy torów kierunkowych podwójnymi kontaktami szynowymi

pierwsza oś odprzęgu wjedzie na iglicę. Również funkcje zabezpieczające spełnia strefa oddziaływania zwrotnicy, przy czym w systemie tym ochrona polega wyłącznie na stworzeniu takich warunków pracy, aby zwrotnica nie mogła być przestawiona w położenie przeciwne, jeśli nie wszystkie osie odprzęgu przejechały przez strefę oddziaływania zwrotnicy. W tym celu liczy się osie na kontaktach wjazdowych i wyjazdowych oraz bilansuje wyniki. Dzięki temu można przetaczać bez żadnych ograniczeń wagony z dużymi rozstawami osi. Wagony tego typu są sygnalizowane w programie rozrządzania przez system informatyczny, a oprócz tego są ujawniane przez system sterowania przed wjazdem na pierwszą zwrotnicę podziałową za pomocą zestawu urządzeń w składzie:

— radar do pomiaru długości odprzęgu AR1,
— zestaw fotokomórek FK,
— kontakty szynowe KP i KF.



10.18
Rozmieszczenie urządzeń torowych zewnętrznych w rejonie pierwszego rozjazdu podziałowego stacji Seelze

Rozmieszczenie urządzeń torowych w rejonie pierwszego rozjazdu podziałowego przedstawia rysunek 10.18. Polecenia nastawiania określonych zwrotnic leżących na drodze danego odprzęgu wydaje komputer w chwili, gdy ostatnia oś poprzedniego odprzęgu opuściła strefę oddziaływania tej zwrotnicy. System rozpoznaje mylniki (nieprawidłowości) i sygnalizuje je na maszynie piszącej personelowi nadzorującemu proces przetaczania. Program sterowania przebiegami w strefie podziałowej torów kierunkowych składa się z trzech podprogramów, obejmujących:

— śledzenie dróg przebiegów,
— przestawianie zwrotnic,
— rozpoznanie i ustalenie przeszkód w sterowaniu.

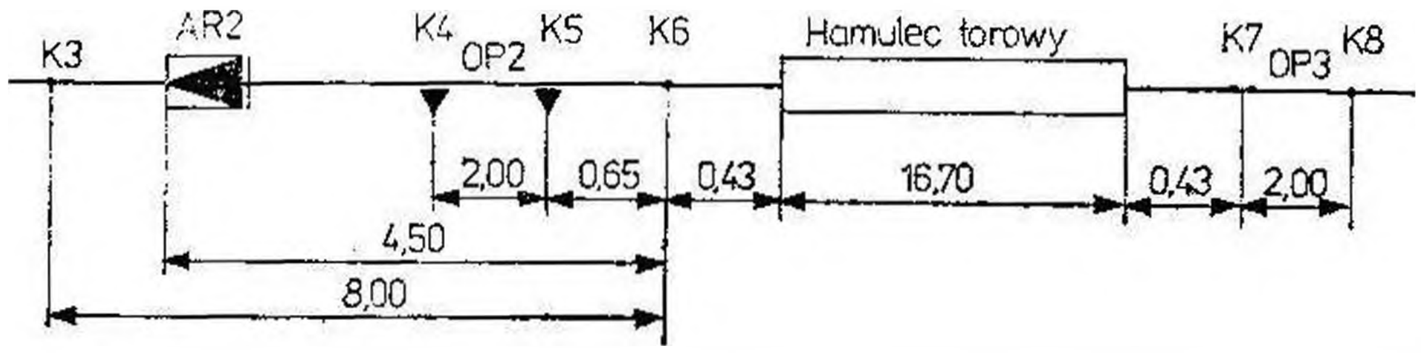
Sterowanie hamulcami dolnymi w strefie podziałowej

Do wstępnego hamowania odprzęgów w strefie podziałowej na stacji Seelze służą cztery hamulce torowe dolne Thyssen-Wuppertal (TW) sterowane hydraulicznie. Automatyka sterowania tymi hamulcami wymaga ujmowania i przekazywania do komputera danych o staczanych odprzęgach, bezpośrednio w trakcie procesu rozrządzania.
Do danych tych zalicza się:

— długość odprzęgu,
— ciężar przypadający na poszczególne osie odprzęgu,

— prędkość staczanego odprzęgu mierzoną na dwóch odcinkach, w celu określenia oporu ruchu,
— prędkość przetaczania się odprzęgu przez hamulce,
— stan zajętości hamulca,
— rzeczywistą prędkość wyjazdu odprzęgu z hamulca.

Do zebrania tych danych w trakcie procesu staczania służą specjalne urządzenia, znajdujące się w tokach szynowych lub obok nich (rys. 10.18, 10.19). Pierwsza para kon-



10.19. Rozmieszczenie urządzeń torowych zewnętrznych w rejonie hamulca torowego strefy podziałowej

taktów KP (rys. 10.18) służy do określania chwili wjazdu odprzęgu w strefę objętą automatyką. Odprzęg w dalszej drodze napotyka na antenę radarową AR1 — za pomocą której można określić jego długość — oraz podwójny kontakt szynowy, uruchamiający fotokomórkę FK. Na podstawie tych informacji ustala się liczbę i miejsce wagonów cztero- i więcej osiowych w odprzęgu, jak również prawidłowy sposób rozprzęgnięcia odprzęgu. Do określenia kategorii ciężaru służy urządzenie pomiarowe UKC wraz z pojedynczym kontaktem szynowym.

Opór ruchu odprzęgu jest określany na podstawie danych o czasie przejazdu przez dwie bazy pomiarowe PO1 i PO2, ograniczone kontaktami szynowymi K1, K2, K4, K5. Przejazd pierwszej osi odprzęgu przez pojedynczy kontakt szynowy K3 jest sygnałem dla systemu do nastawiania hamulca w pozycji hamowania, pod warunkiem, że poprzedni odprzęg opuścił odcinek K6–K7. Nastawiona siła hamowania jest proporcjonalna do ciężaru odprzęgu, który jest określany za pomocą urządzenia UKC i pojedynczego kontaktu szynowego KC. Siła hamowania jest regulowana dla różnych kategorii ciężarów wagonów przez zmianę rozmiaru szczelin między powierzchniami roboczymi belek hamulca. Prędkość odprzęgu, przy której hamulec powinien zostać wyluzowany, jest określona przez komputer oddzielnie dla każdego odprzęgu na podstawie wcześniej obliczonego oporu ruchu odprzęgu oraz znanych oporów drogi, jakie ma do pokonania, aż do następnej pozycji hamowania na torach kierunkowych. Zakłada się przy tym, że jego prędkość przy wjeździe na hamulec wstępny powinna być równa 4 m/s. W celu określenia chwili, w której należy zluzować hamulec, mierzy się w sposób ciągły rzeczywistą prędkość odprzęgu na hamulcu za pomocą anteny radarowej AR2. Wyniki pomiaru są przekazywane do komputera, w którym następuje porównanie tych wyników z obliczoną prędkością luzowania. Komputer wydaje polecenie luzowania w chwili zrównania się prędkości rzeczywistej odprzęgu z prędkością obliczeniową wyjazdu odprzęgu pomniejszoną o czas reakcji hamulca.

W celu zapewnienia niezawodności działania systemu zastosowano odcinek pomiarowy OP3/K7–K8/ usytuowany za hamulcem torowym, służący do określenia prędkości

rzeczywistej odprzęgu w przypadku awarii urządzenia radarowego mierzącego tą prędkość. Przy sprawnie działającym systemie wyniki pomiaru prędkości na odcinku OP3 są wykorzystywane do korekty radarowego pomiaru prędkości. W przypadku ponownego przyspieszenia odprzęgu po wyluzowaniu hamulca można jeszcze raz wpływać nim na prędkość odprzęgu, aż do ponownego osiągnięcia określonej przez komputer prędkości luzowania. Ponowne hamowanie odprzęgu (przy odprzęgach długich) następuje z chwilą przyrostu prędkości tego odprzęgu o 0,5 m/s w stosunku do określonej przez komputer prędkości luzowania.

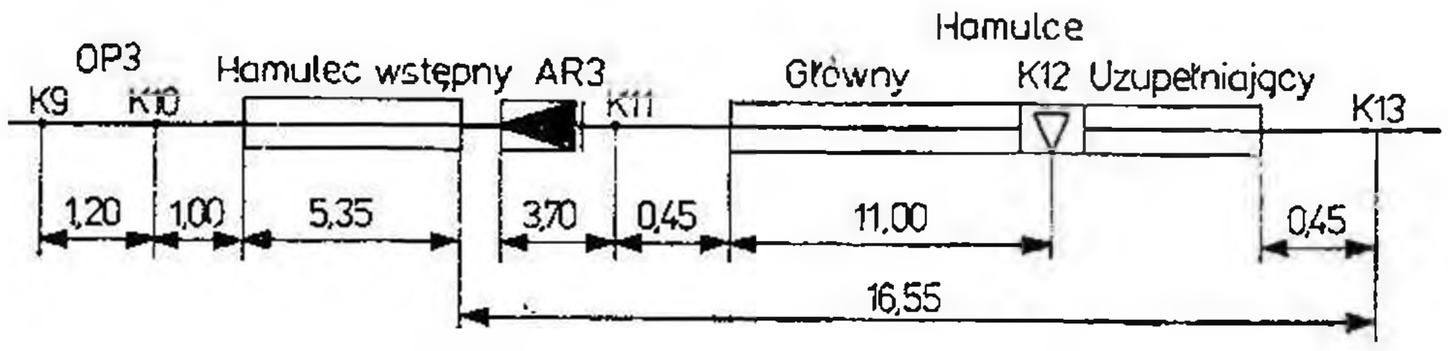
Program sterowania hamulcami torowymi w strefie podziałowej torów kierunkowych składa się z siedmiu podprogramów, obejmujących:

— określenie średniego ciężaru przypadającego na oś,
— określenie oporu staczania odprzęgu,
— określenie zadawanej prędkości wyjazdu odprzęgu z hamulców strefy podziałowej,
— przekazywanie odpowiednich stopni hamowania,
— nadzorowanie prędkości wyjazdu odprzęgu hamulców strefy podziałowej,
— nadzorowanie pracy urządzeń przekazujących informacje o procesie staczania,
— ustalenie nieprawidłowości w działaniu urządzeń.

Sterowanie hamulcami torów kierunkowych

Na początku torów kierunkowych na stacji Seelze zainstalowano trzydzieści dwa gumowe hamulce torowe, służące do hamowania odprzęgów. Jak już zaznaczono, hamulec gumowy składa się z trzech członów: wstępnego, głównego i uzupełniającego. Zasada jego działania polega na tym, że oba toki szynowe w obrębie hamulców są zastąpione belkami z elastycznego gumowego materiału, które mogą być podnoszone na wysokość 55 mm ponad główkę szyny (położenie gotowości do pracy) lub też opuszczane (położenie spoczynku). Przy podniesionych belkach wagony przetaczane przez ten hamulec deformują przekrój belki gumowej, pokonując opory sprężystości gumy. Hamowanie trwa tak długo, jak długo belki są uniesione ponad główkę szyny, kończy się z chwilą ich opuszczenia. Przy opuszczonych belkach gumowych obrzeża kół wagonów przetaczają się po występach odpowiednio ukształtowanych szyn, które spełniają równocześnie rolę prowadnic w prześwicie torowym.

Zadaniem gumowych hamulców torowych jest hamowanie wagonów w ten sposób, aby wjeżdżały na tory kierunkowe ze stałą prędkością $1{,}25 \pm 0{,}25$ m/s. Do sterowania tymi



10.20. Rozmieszczenie urządzeń torowych zewnętrznych w rejonie hamulca torów kierunkowych

hamulcami wykorzystuje się następujące dane, ujmowane dla każdego odprzęgu bezpośrednio w trakcie procesu staczania:

— prędkość wjazdu każdego odprzęgu na hamulec wstępny na torach kierunkowych,

— prędkość rzeczywista odprzęgu, znajdującego się na hamulcach głównym i uzupełniającym,

— stan zajętości hamulca głównego i uzupełniającego.

Informacje te wraz z innymi stałymi danymi są przetwarzane według określonego algorytmu, a wynik jest przekazywany do urządzeń napędu hamulców. Schemat obrazujący rozmieszczenie urządzeń torowych w rejonie hamulca torowego przedstawiono na rysunku 10.20.

Belki hamulca głównego i uzupełniającego są podniesione w położeniu gotowości do pracy, natomiast belki hamulca wstępnego mogą być albo podniesione, albo opuszczone. Zależy to od rodzaju polecenia sterującego wydanego podczas ostatniego hamowania. Hamulec wstępny jest uruchomiony lub pozostaje podniesiony, jeśli odprzęg wjeżdża z prędkością ponad 4 m/s. Prędkość wjazdu odprzęgu na hamulec wstępny jest mierzona na odcinku pomiarowym OP3 (kontakty K9-K-10). Jeśli na odcinku pomiarowym OP3 prędkość ta jest mniejsza niż 4 m/s, to belki wstępnego hamulca są opuszczone i pozostają w tym położeniu, aż do chwili w której odprzęg wjeżdżający na odcinek pomiarowy OP3 osiągnie prędkość większą niż 4 m/s.

Hamulec główny i uzupełniający są ustawione w położeniu gotowości do pracy w chwili, gdy poprzedni odprzęg opuści odcinki zajętości hamulców. Oba te hamulce znajdują się w położeniu spoczynku, jeśli radarowe urządzenie AR3 ustali, że odprzęg osiągnął prędkość 1,25 m/s. Jeśli odprzęg ponownie przyspiesza w rejonie hamulca między kontaktami K11 i K13, to wówczas już tylko hamulec uzupełniający zajmie ponownie położenie hamowania. Będzie zluzowany dopiero w chwili, gdy odprzęg ponownie osiągnie prędkość wyjazdu 1,25 m/s. Po osiągnięciu przez odprzęg tej prędkości i opuszczeniu belek hamulca głównego i uzupełniającego w położenie spoczynku, belki hamulca głównego ustawiają się w położenie gotowości do pracy z chwilą, gdy odprzęg opuści odcinek K11–K12, natomiast belki hamulca uzupełniającego, gdy odprzęg opuści odcinek K12–K13.

Cały program sterowania hamulcami torów kierunkowych składa się z trzech podprogramów obejmujących: wydawanie poleceń hamowania i luzowania, nadzorowanie prędkości wjazdu odprzęgów na hamulce i wyjazdu oraz nadzorowanie pracy urządzeń przekazujących informacje z toru.

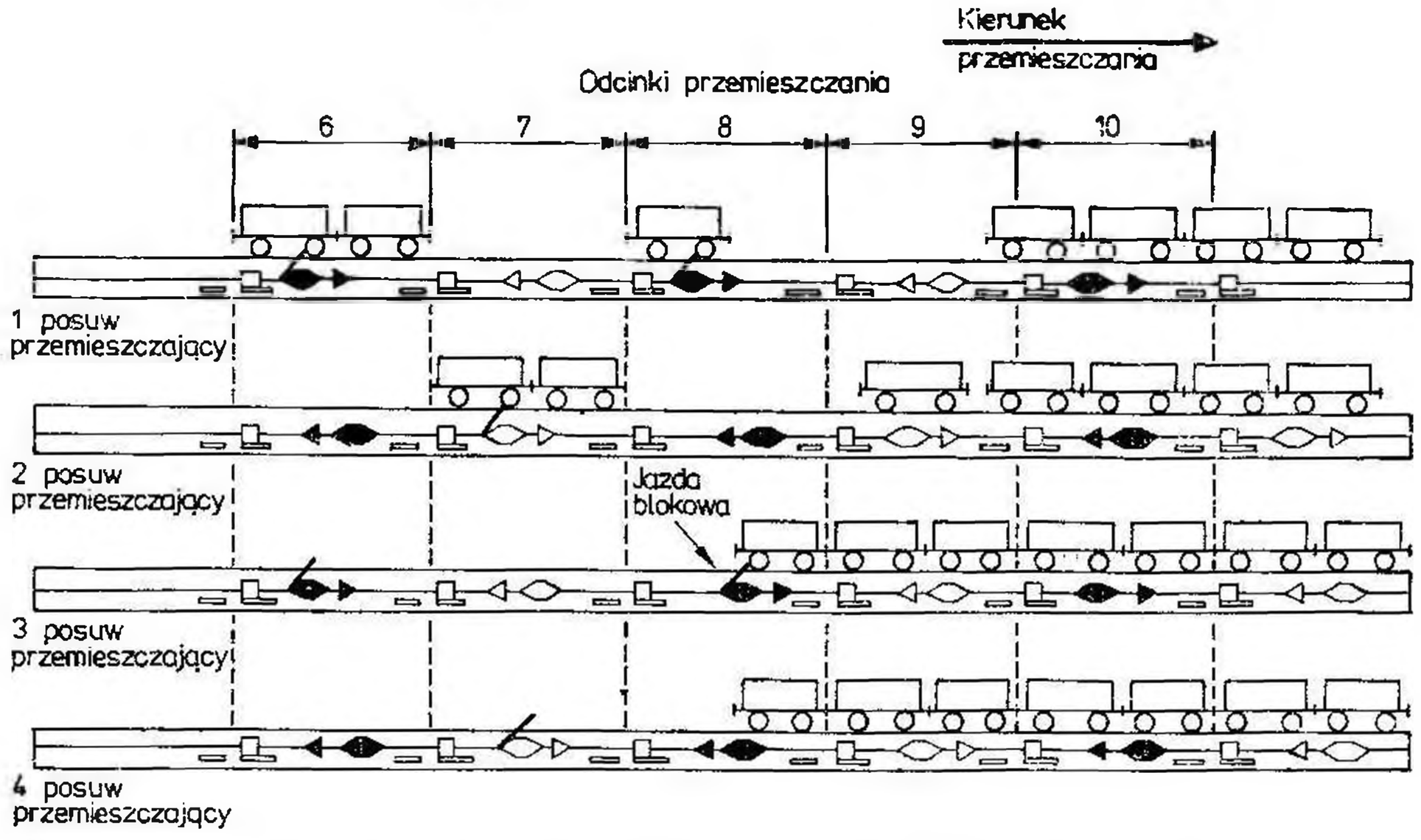
Sterowanie urządzeniami przemieszczającymi odprzęgi na torach kierunkowych

Do przemieszczania odprzęgów ze stałą prędkością 1,25 m/s na torach kierunkowych służą na stacji Seelze urządzenia przemieszczające Hauhinco, zainstalowane na każdym torze kierunkowym, za hamulcami torów kierunkowych. Zasada działania tych urządzeń polega na tym, że wózki popychaczy, włączone w sposób tandemowy po obu stronach toków szynowych w linę bez końca, rozpiętą na długości urządzenia między urządzeniem napędowym a napinaczem liny, poruszają się w kierunku przemieszczania wagonów

- Wózek transportowy
- Szyny sterujące
- Szyny sterujące z urządzeniem zwalniającym zatrzask zamka ryglowego
- Podwójne szyny sterujące

10.21. Schemat urządzeń przemieszczających

z podniesionymi ramionami zabieraków, a w kierunku przeciwnym — z opuszczonymi (rys. 10.21). Wózki poruszają się na swoich odcinkach przemieszczania, których długość jest jednakowa dla każdego toru i może wahać się w granicach od 30 do 40 cm. Po dojściu wózków do końca odcinków przemieszczania zmienia się kierunek obrotu silnika napędowego i lina wraz z wózkami rozpoczyna ruch w kierunku przeciwnym. Podniesione ramiona wózka po dojechaniu do końcowego położenia są opuszczane za



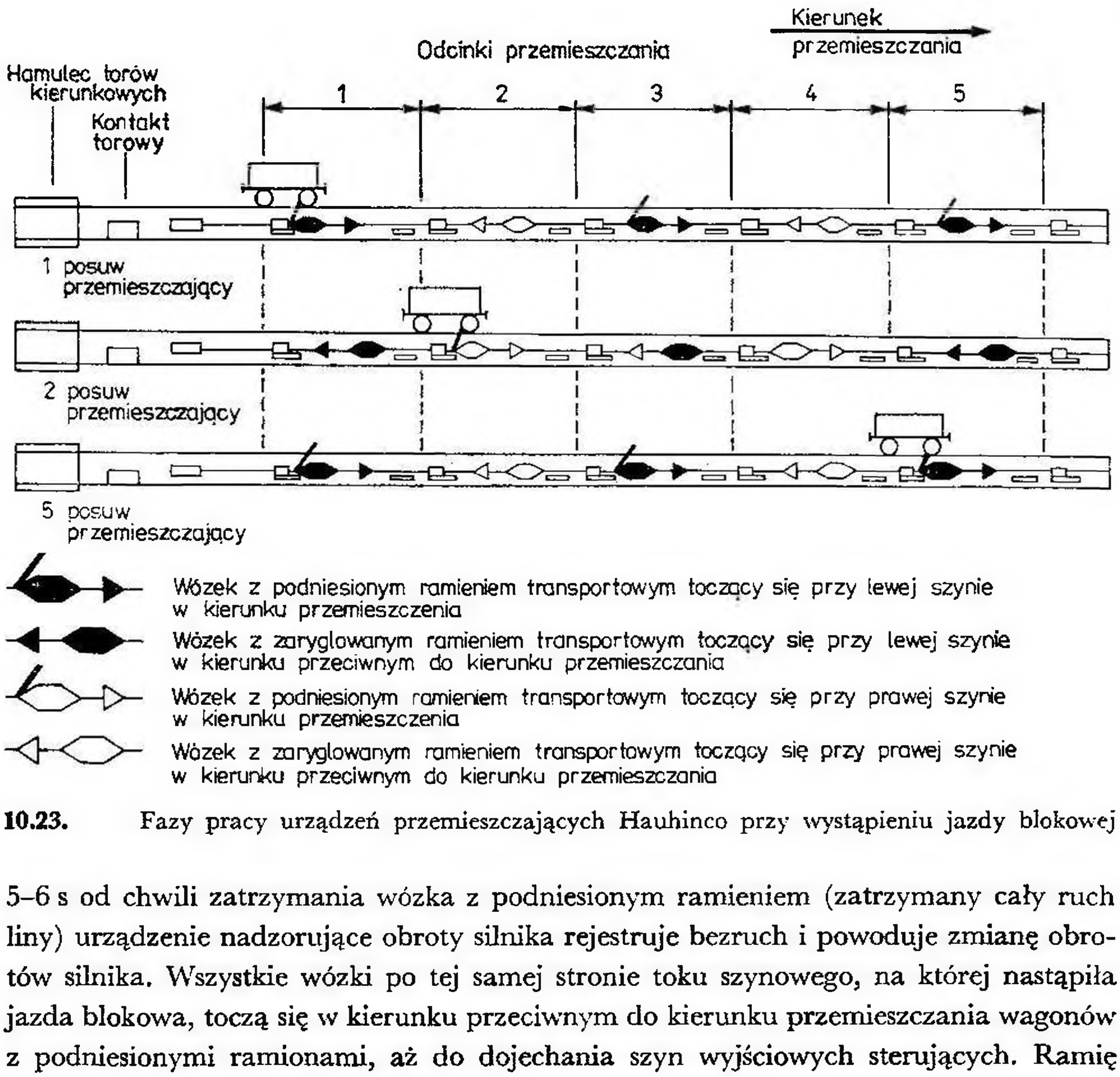
- Wózek z podniesionym ramieniem transportowym toczący się przy lewej szynie w kierunku przemieszczania
- Wózek z zaryglowanym ramieniem transportowym toczący się przy lewej szynie w kierunku przeciwnym do kierunku przemieszczania
- Wózek z podniesionym ramieniem transportowym toczący się przy prawej szynie w kierunku przemieszczania
- Wózek z zaryglowanym ramieniem transportowym toczący się przy prawej szynie w kierunku przeciwnym do kierunku przemieszczania

10.22. Fazy pracy urządzeń Hauhinco

pomocą szyn sterujących. Natomiast po zmianie kierunku obrotów silnika są podnoszone do stanu roboczego ramiona wózków znajdujące się po drugiej stronie toku szynowego, które dotychczas były zaryglowane w wózkach. Fazy pracy urządzeń przemieszczających są przedstawione na rysunku 10.22.

Ciągłe zmiany kierunku przemieszczania liny powodują bezstykowy proces przesuwania wagonów z jednego wózka przemieszczającego na kolejny wózek, aż do dosunięcia wagonów zakumulowanych na danym torze kierunkowym.

Przy normalnym procesie przemieszczania ostatni odcinek ma zadanie przepychania wagonów na nie wyposażoną w te urządzenia część toru kierunkowego, której długość wynosi od 300 do 350 m. Jeśli taki odcinek toru kierunkowego jest zapełniony i kolejny odprzęg został dosunięty do stojących na tej części toru wagonów przez ostatni wózek popychacza, to następuje wówczas jazda blokowa. Oznacza to, że ramię ostatniego wózka napotkało tak duży opór przy przemieszczaniu, że zostało zatrzymane przed dojściem do końcowego położenia swojego odcinka przemieszczania (rys. 10.23). Po upływie około



10.23. Fazy pracy urządzeń przemieszczających Hauhinco przy wystąpieniu jazdy blokowej

5–6 s od chwili zatrzymania wózka z podniesionym ramieniem (zatrzymany cały ruch liny) urządzenie nadzorujące obroty silnika rejestruje bezruch i powoduje zmianę obrotów silnika. Wszystkie wózki po tej samej stronie toku szynowego, na której nastąpiła jazda blokowa, toczą się w kierunku przeciwnym do kierunku przemieszczania wagonów z podniesionymi ramionami, aż do dojechania szyn wyjściowych sterujących. Ramię wózka, który wykonał jazdę blokową w następnym posuwie przemieszczającym, nie zostanie już uaktywnione i wózek ten będzie mógł przejeżdżać swobodnie pod stojącymi

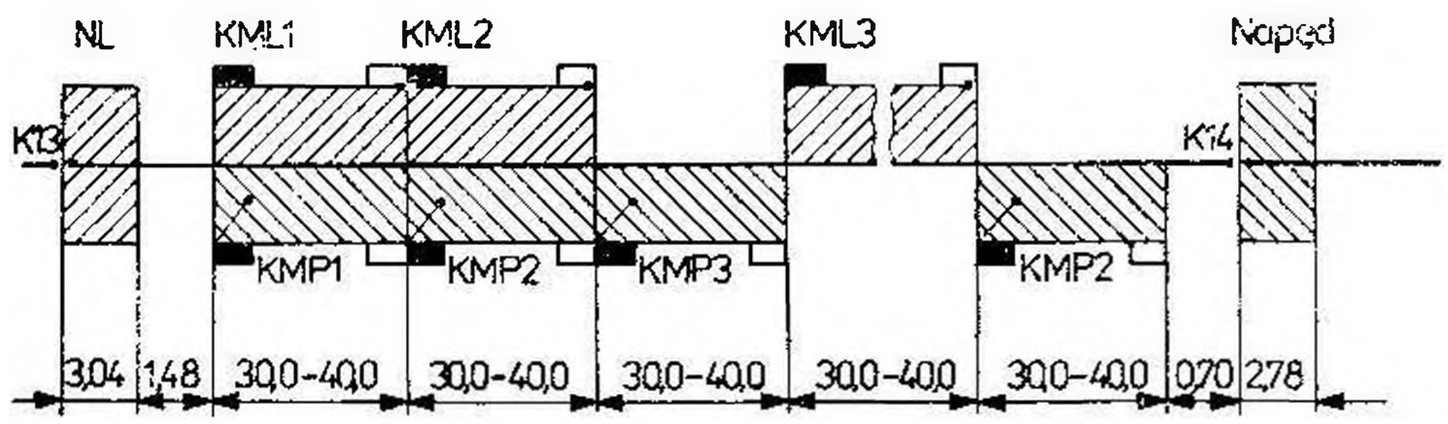
wagonami na torach kierunkowych. Urządzenia mogą ponadto pracować w 5 specjalnych reżimach, mianowicie:

— przemieszczenia powtórnego,
— badania zajętości torów kierunkowych,
— przemieszczania wagonów na końcówki torów kierunkowych od strony zestawiania,
— przemieszczania wagonów w kierunku krótkiego pociągu zestawionego na torze kierunkowym,
— oczyszczanie kolein ze śniegu i lodu.

Przy sterowaniu urządzeniami przemieszczającymi Hauhinco komputer jest zasilany danymi o procesie przemieszczania się odprzęgów po torach kierunkowych, do których zalicza się następujące informacje:

— liczba osi fizycznych w odprzęgu, które wtoczyły się na urządzenia przemieszczające,
— liczba osi fizycznych w odprzęgu, które zjechały z urządzeń przemieszczających,
— stan zajętości urządzeń przemieszczających.

Informacje te są zbierane w trakcie procesu przemieszczania odprzęgów po torach kierunkowych i w tym celu instaluje się w tokach szynowych lub w samych urządzeniach odpowiednie kontakty (KM). Schemat rozmieszczenia tych kontaktów przedstawiono na rysunku 10.24.



10.24. Rozmieszczenie urządzeń torowych zewnętrznych w rejonie przemieszczania odprzęgów po torach kierunkowych

Urządzenie przemieszczające jest uruchamiane z chwilą przejechania drugiej osi odprzęgu przez kontakt szynowy K13. Jednocześnie kontakt ten przekazuje informacje o każdej przejeżdżającej przez niego osi do urządzenia liczącego. Urządzenie to otrzymuje także za pośrednictwem podwójnego kontaktu szynowego K14 informacje o liczbie osi, które zjechały z urządzeń przemieszczających. Zbilansowanie się w odpowiednim czasie liczby osi, które wjechały na urządzenie i zjechały z niego, powoduje przekazanie na napęd urządzenia przemieszczającego polecenia wyłączenia urządzenia z eksploatacji. Rzeczywisty moment wyłączenia następuje wtedy, gdy wózki przemieszczające powrócą w najbliższym posuwie do wyjściowych szyn sterujących. Ma to miejsce w przypadku, gdy na urządzeniu przemieszczającym nie znajduje się żaden odprzęg. Jeśli jednak ostatni wagon w odprzęgu, który został dosunięty do wagonów ustawionych na torze kierunkowym, bez przerw między przemieszczonymi wcześniej już odprzęgami zajmuje np. ostatni odcinek przemieszczania, to występuje wtedy na tym odcinku jazda blokowa. Podczas jazdy blokowej urządzenie nadzorujące rejestruje bezruch liny przed dojściem wózków do skrajnego położenia i po upływie 5–6 s przekazuje impuls do zmiany kierunku obrotów silnika (zmiana biegunowości zasilania). Jednocześnie komputer przekazuje impuls

na kontakt magnetyczny ostatniego odcinka przemieszczania (KMP2), który powoduje zaryglowanie ramienia w specjalnym zamku wózka przemieszczającego. Po powrocie wózka do wyjściowej szyny sterującej, ramię wózka nie zostanie już uaktywnione w następnym posuwie do właściwej szyny sterującej, w kolejnym posuwie przemieszczającym. Po wykonaniu jazdy blokowej urządzenie jest wyłączone z eksploatacji w chwili, gdy wózki przemieszczające powrócą do swoich wyjściowych szyn sterujących, pod warunkiem, że w czasie potrzebnym na przemieszczanie odprzęgu przez wszystkie odcinki przemieszczające (licząc od chwili wjazdu ostatniego odprzęgu) nie wjechał na te urządzenia żaden następny odprzęg.

Opisane sterowanie wyłączaniem urządzeń z eksploatacji odnosi się również do przypadków występowania jazd blokowych na innych odcinkach przemieszczania. Programowe wprowadzenie przez komputer specjalny reżimów pracy urządzeń przemieszczających polega na przekazywaniu impulsów ramion popychaczy w wózkach przemieszczających. Program sterowania urządzeniami przemieszczającymi składa się z 4 podprogramów, obejmujących: wydawanie poleceń włączających i wyłączających urządzeń oraz w zakresie eksploatacji, nadzorowanie stanu zajętości poszczególnych odcinków przemieszczania, sterowanie działaniem urządzeń pracujących w poszczególnych reżimach i nadzorowanie urządzeń mechanicznych, jak np. napęd, lina transportowa itp.

Sterowanie zastępcze

W systemie zastępczym zwrotnice są nastawiane za pomocą urządzeń przekaźnikowych. Dane o odprzęgach wprowadza ręcznie do pamięci nastawiaczy ustawiacz górki rozrządowej lub są one wczytane z taśmy perforowanej. Na stacji Seelze pamięć nastawnicy jest w stanie przechować jednorazowo informacje dla 48 odprzęgów. Oprócz tej pamięci istnieje dodatkowa, umożliwiająca zapamiętanie dwóch dalszych informacji, dotyczących numerów torów kierunkowych, które mogą być wprowadzane w trakcie staczania, w wyniku aktualizacji karty rozrządowej. Poszczególne zwrotnice w procesie staczania są nastawiane zgodnie z danymi zawartymi z karty rozrządowej przez odprzęgi (podczas ich przejeżdżania przez kontakty szynowe). Informacje o programie rozrządzania w tym systemie są wywoływane z pamięci nastawnicy, w kolejności odprzęgów od komórki pamiętającej o niższym numerze, do komórki pamiętającej o wyższym numerze. Polecenia nastawiania zwrotnic są wydawane samoczynnie po zwolnieniu odpowiedniej strefy oddziaływania przez poprzedni odprzęg. W tym systemie każdy odprzęg nastawia samoczynnie swoją drogę przebiegu, aż do toru kierunkowego. W zakresie regulowania prędkości ruchu odprzęgów w strefie podziałowej w systemie zastępczym, sterowanie hamulcami dolnymi jest półautomatyczne. Prędkość, przy której odprzęg powinien opuścić dolny hamulec, jest określona i przekazywana do urządzeń sterowania hamulcami przez operatora. Po osiągnięciu przez odprzęg danej prędkości hamulec luzuje się samoczynnie. Człowiek może ingerować w proces hamowania odprzęgu przez wcześniejsze odręczne wyluzowanie hamulca lub przez powtórne hamowanie tego samego odprzęgu, w przypadku ponownego przyspieszenia. Podobnie jak przy sterowaniu automatycznym, siła hamowania jest nastawiana proporcjonalnie do ciężaru odprzęgu, dzięki włączeniu do systemu półautomatycznego urządzeń określających kategorię ciężaru.

Przy wyłączonej automatyce proces regulowania prędkości odprzęgów przez hamulce torów kierunkowych odbywa się za pomocą specjalizowanego urządzenia, w sposób całkowicie samoczynny na tych samych zasadach, jakie obowiązują w systemie automatycznym. To samo dotyczy sterowania pracą urządzeń przemieszczających, z tym że przy wyłączonej automatyce nie ma możliwości wprowadzenia żadnego z 5 szczególnych reżimów pracy tych urządzeń.

Zdalne sterowanie ruchem lokomotywy rozrządowej

Lokomotywy rozrządzające składy pociągowe na kierunku *Z-W* stacji Seelze są przystosowane do zdalnego sterowania ich ruchem. Zdalnym sterowaniem w cyklicznym reżimie pracy tych lokomotyw są objęte tylko 2 procesy: dosuwanie składów pociągowych do grzbietu górki rozrządowej i napychanie składów pociągowych na grzbiet górki rozrządowej.

Cała aparatura zdalnego sterowania składa się z dwóch pulpitów nastawczych, stacji nadawczo-odbiorczej, znajdującej się w pomieszczeniu ustawiacza górki rozrządowej oraz takiej samej aparatury nadawczo-odbiorczej wraz z regulatorem, zainstalowanej na dwóch lokomotywach rozrządzających.

Każdy pulpit nastawczy ma oddzielny potencjometr służący do nastawiania prędkości i po 14 wskaźników świetlnych, informujących ustawiacza o stanie urządzeń oraz o aktualnie wykonywanych przez lokomotywę pracach w trybie zdalnego sterowania. Ustawiacz dysponuje 14 stopniami prędkości napychania, wyskalowanymi na potencjometrze w km/h w następujących przedziałach:

— 1,0 — 3,0,
— 3,5 — 4,0,
— 4,5 — 5,0,
— 6,0 — 10,0,
— 12,0 — 15,0,
— 15,0 — 20,0 oraz stopniami „stój" i „gotowość do jazdy"
(lokomotywa odhamowana, ale jeszcze stoi).

Ustawiacz nie ma wskazówek do wybierania określonych stopni prędkości w procesie napychania, a jedynym materiałem pomocniczym są tradycyjne informacje naniesione na karcie rozrządowej lub znajdujące się w programie rozrządzania. Ustawiacz korzysta zazwyczaj z zakresu prędkości 3,5–5 km/h, natomiast przy dłuższych odprzęgach (ponad trzywagonowych) wybiera prędkość do 7 km/h. Skład pociągowy jest dosuwany do grzbietu górki rozrządowej z prędkością 10 km/h.

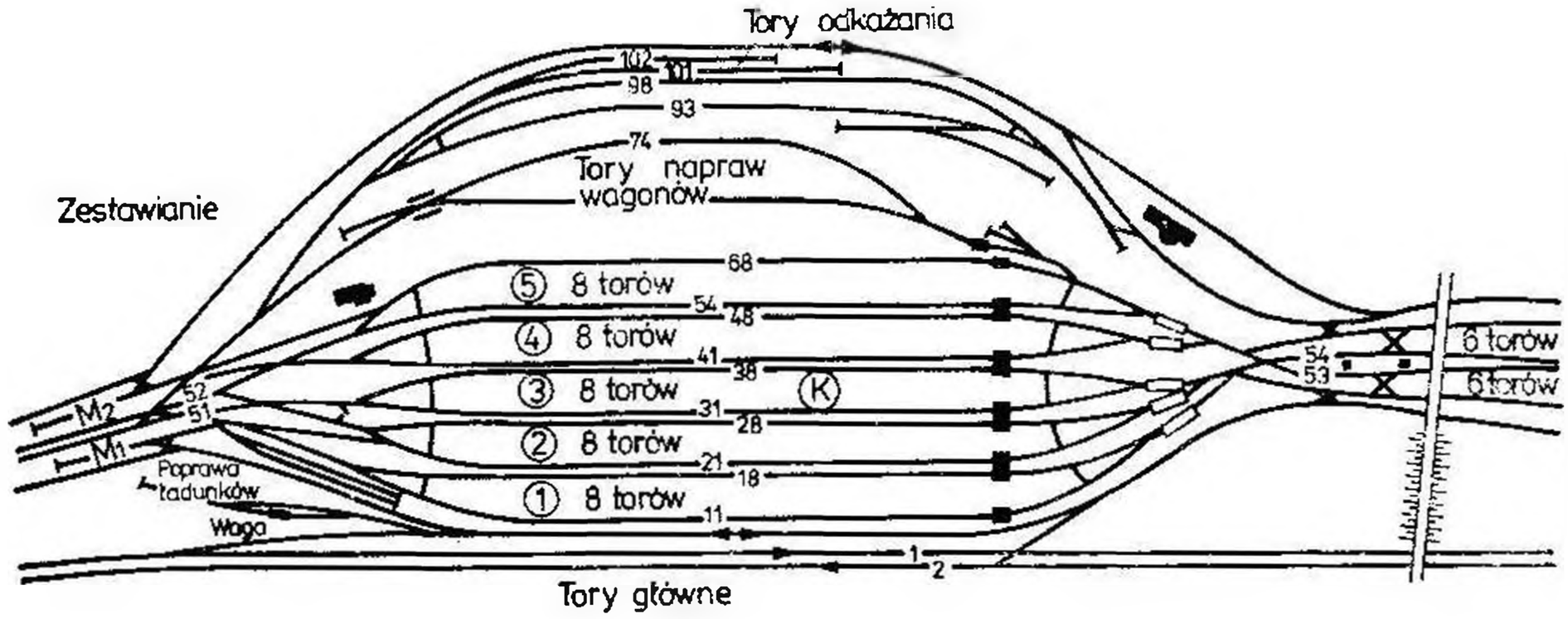
10.4.2. Automatyzacja pracy manewrowej na stacji Bordeaux-Hourcade (SNCF)

10.4.2.1. Uwagi wstępne

Zbudowana w latach 1962–1966 na nie zagospodarowanym terenie Bordeaux stacja rozrządowa Bordeaux-Hourcade, jest jedną z najnowocześniejszych stacji na SNCF. Potrzeba budowy tak dużej nowej stacji była wynikiem ogólnego rozwoju gospodarczego tego rejonu w latach 50. oraz z nadzwyczajnego wzrostu wymiany towarowej między Francją a Hiszpanią.

10.4.2.2. Układ torowy stacji

Schemat rozwinięcia układu rozrządowego stacji Bordeaux–Hourcade przedstawia rysunek 10.25 [50]. Jest to stacja jednokierunkowa, trzygrupowa, o układzie podłużno-poprzecznym. Grupa przyjazdowa stacji znajduje się na kierunku Sete-Bordeaux. Długość użyteczna każdego z torów wynosi 800 m. Od strony Sete grupa przyjazdowa



10.25. Stacja Bordeaux-Hourcade [50]

jest wyposażona w tor wyciągowy do bezkolizyjnego przyjmowania pociągów z kierunku Bordeaux oraz podstawiania lokomotyw manewrowych dla pociągów przewidzianych do rozrządzania. Grupa przyjazdowa jest połączona z grupą kierunkową dwoma torami grzbietowymi oraz dwoma torami objazdowymi górek rozrządowych. Wszystkie tory kierunkowe są dostępne z obu górek rozrządowych, tor objazdowy od strony szlaku ma połączenie z trzema skrajnymi wiązkami torów kierunkowych, natomiast drugi tor objazdowy — z pozostałymi dwiema wiązkami oraz torami dla wagonów przeznaczonych do naprawy. Strefa podziałowa torów kierunkowych jest symetryczna i przechodzi w 40 torów kierunkowych z możliwością rozbudowy do 48 torów. Tory grupy kierunkowej długości po 900 m są ułożone w 5 wiązkach. Strefa podziałowa torów kierunkowych od strony zestawiania została rozwinięta podobnie jak strefa podziałowa od strony rozrządzania, tj. w 5 wiązkach, które są połączone z 2 torami wyciągowymi do zestawiania pociągów. Każdy tor wyciągowy jest wyposażony w małą górkę rozrządową oraz tory objazdowe tych górek. Z toru wyciągowego nr *1* można zestawić pociągi wykorzystując końcówki 4 wiązek torów kierunkowych (od *2–5*), natomiast z toru wyciągowego nr *2* — tylko końcówki dwóch skrajnych wiązek torów kierunkowych nr *4* i *5*.

Równolegle do grupy kierunkowej, od strony wiązki nr *5*, znajdują się 4 tory dla wagonów towarowych, przeznaczonych do naprawy, połączone z jednej strony z górką rozrządową, z drugiej zaś z torami wyciągowymi nr *1* i *2*. Między torami a grupą przyjazdową jest przewidziane miejsce na budowę 6. wiązki 8 torów grupy kierunkowej. Sześciotorowa grupa torów odjazdowych jest usytuowana równolegle do torów przeznaczonych do naprawy dla wagonów towarowych. Długość użyteczna torów tej grupy dochodzi do 800 m.

10.4.2.3. Zadania stacji

Na stacji średnio w ciągu doby rozpoczyna ruch około 50 pociągów i tyle samo kończy. Według danych średnia liczba wagonów zestawianych i wyprawianych w ciągu doby ze stacji wynosi 1583. Oprócz zadań rozrządzania i zestawiania pociągów, stacja Bordeaux–Hourcade obsługuje również pociągami własnego zestawiania, przydzielony jej rejon. Średnia liczba wagonów przejeżdżających w ciągu doby przez stację w komunikacji miejscowej wynosi ok. 400 (w szczycie do 600), które są zestawiane w pociągi metodą symultanową.

Przez górkę rozrządową stacji przejeżdża w ciągu doby ok. 2000 wagonów (przy uwzględnieniu procesu podwójnego rozrządzania wagonów dla rejonu ciążenia górki). Praktyczna wydajność stacji wynosi 3000 wagonów wyprawianych w ciągu doby na sieć w pociągach własnego zestawienia. Stacja Bordeaux-Hourcade zestawia pociągi towarowe jednogrupowe do 10 stacji rozrządowych pierwszej kategorii, pociągi wielogrupowe (LOT) do stacji 9 rozrządowych II kategorii oraz stacji granicznych.

10.4.2.4. Kierowanie pracą manewrową

Pracą stacji zarządza dyspozytor stacji, który ma do pomocy dwóch kancelistów. Nadzoruje on i kontroluje pracę w rejonach: przybycia, rozrządzania, zestawiania i wyprawiania pociągów, obsługi punktów ładunkowych lokomotyw manewrowych, określa liczbę pociągów wyprawianych ze stacji, nadzoruje rozdział próżnego taboru, współpracuje ze służbami uczestniczącymi w pracy stacji oraz z wyższymi szczeblami zarządzania. Podstawą jego działalności w zakresie kontroli i nadzoru jest rozkład jazdy pociągów, plan przejazdu wagonów przez stację, doniesienia z posterunków stacji oraz z systemu kierowania pracą przewozową na sieci SNCF. Podobnie jak na DB nie zajmuje się planowaniem pracy stacji (w znaczeniu przyjętym na PKP), lecz jego zadaniem jest nadzorowanie planu przejazdu wagonów przez stację. Jest to możliwe dzięki regularności kursowania pociągów. Dane potrzebne do podjęcia decyzji uruchomienia pociągów dyspozytor uzyskuje od kancelisty, prowadzącego karty akumulacji wagonów w poszczególnych relacjach. Karty są wypełniane ręcznie na podstawie wydruków dostarczanych z centralnego systemu kierowania pracą przewozową na sieci.

System centralny w zakresie stacji rozrządowej działa na podstawie meldunków o składach pociągowych zestawionych i wyprawionych ze wszystkich stacji sieci SNCF. Ośrodek centralny tego systemu, znajdujący się w Auteuil, jest połączony z siecią terminali stacyjnych przez koncentratory. Na całej sieci SNCF do rozwiązywania kompleksu zadań przez system centralny służą 43 koncentratory i ok. 2000 terminali. Zbudowana w układzie gwiaździstym sieć wykorzystuje jako terminale maszyny piszące Olivetti TE316 i TE350 przyłączone do koncentratorów bezpośrednio poprzez sieć telefoniczną. Koncentratory stanowią zdublowany zespół maszyn cyfrowych Honeywell–Bull typu 316 o czasie dostępu 1,6 s z pamięcią operacyjną 16 K słów 16-bitowych. Ośrodek informatyczny stacji rozrządowych w Auteuil jest wyposażony między

innymi w 2 maszyny cyfrowe UNIVAC 1110 z pamięcią operacyjną 32 K słów 36-bitowych i czasie dostępu do jednego słowa 0,32 s. Urządzenia te przez sieć teleinformatyczną przyjmują na bieżąco — ze wszystkich stacji zestawiania pociągów — meldunki z informacjami numerycznymi o wagonach, znajdujących się w uruchomionych pociągach. Na stacji Bordeaux–Hourcade do wykonania kompleksu zadań zainstalowano osiem maszyn piszących Olivetti, które między innymi są wykorzystywane do nadawania meldunków do centralnego systemu o zestawieniu składów pociągowych oraz otrzymywaniu z centralnego systemu kart rozrządowych dla pociągów towarowych wyprawionych do tej stacji.

W procesie ujmowania i wprowadzania na stacji danych mówiących o zestawionych pociągach, kierowanych do centralnego systemu, uczestniczy zawsze dwóch pracowników stacyjnych. Jeden z nich przekazuje do terminali przez radio informacje o każdym wagonie. Zestaw danych o każdym wagonie odpowiada rekordowi informacyjnemu, stosowanemu w warunkach PKP w wykazie wagonów w składzie pociągu. W pomieszczeniu z terminalami informacje są odbierane za pomocą odbiornika (słuchawek) radiowego przez operatora, który za pomocą maszyny piszącej Olivetti wprowadza je bezpośrednio do centralnego systemu kierowania pracą przewozową na sieci. Wprowadzenie informacji o każdym wagonie i przewożonym w nim ładunku następują w kolejności zestawiania w składzie pociągu. Każdy rekord danych o wagonie podlega kontroli poprawności formatu, a niektóre elementy danych rekordu wagonowego podlegają kontroli logicznej. Najistotniejszym elementem danych podlegającym kontroli logicznej jest numer wagonu. W przypadku fałszywego wprowadzenia numeru wagonu przez operatora system nie przyjmuje takich danych. Wprowadzane dane są kontrolowane programowo w koncentratorach (Honeyvell-Bull), w których gromadzi się tylko poprawnie wprowadzone dane dla całego meldunku, a następnie przekazuje przez urządzenia szybkiej transmisji danych do ośrodka centralnego w Auteuil. Co godzinę system centralny przekazuje do wszystkich stacji sieci SNCF karty rozrządowe dla pociągów do nich wyprawionych, w tym i do stacji Bordeaux-Hourcade, na której karta — wydawana w odpowiedniej liczbie egzemplarzy przez maszynę piszącą Olivetti — trafia do dyspozytora stacji. Wprowadza on ręcznie ewentualne poprawki, polegające zazwyczaj na dopisaniu numeru toru kierunkowego dla pociągów nie zadysponowanych lub zmianie przydziału toru kierunkowego dla wagonów określonej relacji, w zależności od aktualnej sytuacji ruchowej na stacji.

Karta rozrządowa składa się z 2 części: nagłówkowej i szczegółowej. Część nagłówkowa zawiera następujące dane: identyfikator karty, datę przekazania karty rozrządowej, stację przeznaczenia pociągu, numer pociągu, datę uruchomienia pociągu, stację zestawienia pociągu, zawartość grup relacyjnych w pociągu, ciężar pociągu. Część szczegółowa zawiera następujące dane: bieżącą numerację wagonów w pociągu, przypisany numer toru kierunkowego, numer wagonu, liczbę wagonów w odprzęgu wielogrupowym, indeks stacji przeznaczenia, kody służbowe, kody przetworzeniowe. Poniżej przedstawiono przykładową kartę rozrządową:

KARTA ROZRZĄDOWA	DN. 045 St. BORDEAUX-HOURCADE
POCIĄG 5040	DN. 045 Z MORCENX
COMPO 30 UV	ES-654 TON

Nr bież. wag., w poc.	Nr toru kier.	Nr wagonu	Liczba wag. w odprzęgu	Skrót węzła kier.	Uwagi specjalne
	32	01 8050748929	01	425N5	MQ
	48	21 8709431173	01	421G1	
	34	01 8550511523		416D2	
	—	01 8050371088	02	416D2	
5	17	21 8709433773	01	407H3	
	36	21 8700165184		393M5	
	—	21 8700165176		393M5	
	—	21 8700165200	03	393M5	
	18	21 8709144354		422To	
10	—	21 8709141749	02	422To	
		⋮			
25	52	21 8716568256		420D0	
		21 8716596067	02	420D0	
	17	21 8715023428	01	401A0	

AW00066032T 14-kod przetwarzania

W przypadku braku informacji w systemie centralnym dla przypisania numeru toru kierunkowego, na który należy stoczyć dany wagon (przypadek próżnego wagonu), jest stawiany dwukropek (:). Dyspozytor po otrzymaniu karty rozrządowej, z takimi oznaczeniami sam dopisuje numer toru kierunkowego. Jednocześnie z przekazaniem karty rozrządowej ta sama końcówka systemu centralnego (Olivetti) wydaje wynikowy plan rozrządzania, będący podsumowaniem przypisania wagonów i odprzęgów z konkretnego pociągu torom kierunkowym. Wykaz ten wykorzystuje operator do określenia na kartach akumulacji liczby ilostanów wagonów na każdym torze kierunkowym. Wynikowy plan rozrządzania (dla tego samego pociągu jak karta rozrządowa dla pociągów Nr 5040) ma następującą postać:

Wynikowy plan rozrządzania dn. 045 st. Bordeaux-Hourcade pociąg 5040 dn. 045 st. Morcenx

Nr toru kierunkowego	Liczba odprzęgów	Liczba wagonów	Płozowi (nazwiska)
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17	5	6	
18	1	2	
⋮			
31			
32	1	1	
33			
34	1	2	
35			
36	1	3	
37			
38	2	3	

Linią przerywaną są rozdzielone tory, znajdujące się w oddzielnych wiązkach. W przypadku gdy kierowanych na konkretną wiązkę w określonym pociągu nie ma wagonów (w przykł. tory od 21–28), zamiast zbędnego wypisywania numerów torów kierunkowych pojawiają się dwie linie przerywane.

System centralny na stacji w każdej dobie przekazuje raporty o wagonach towarowych (numerycznie), które powinny zostać skierowane do rewizji, określając jednocześnie dla każdego z nich punkt rewizyjny. Próżny tabor jest rozdzielany na stacji tradycyjnym sposobem. Polega to na tym, że stacja zaspokaja w miarę własnych możliwości potrzeby swojego rejonu i nadwyżki, a niezrealizowane potrzeby wagonowe zgłasza raz na dobę do centralnego systemu, który po otrzymaniu podobnych meldunków ze wszystkich pozostałych stacji i po przetworzeniu wprowadzonych danych dokonuje rozdziału wagonów. Ponadto centralny system, w ramach zadań stacyjnych, awizuje odbiorców przesyłek na podstawie danych, wprowadzonych do systemu przez każdą stację, a dotyczących załadowanych na nich wagonów.

10.4.2.5. Automatyzacja pracy rozrządzania

Stopień automatyzacji podprocesów rozrządzania

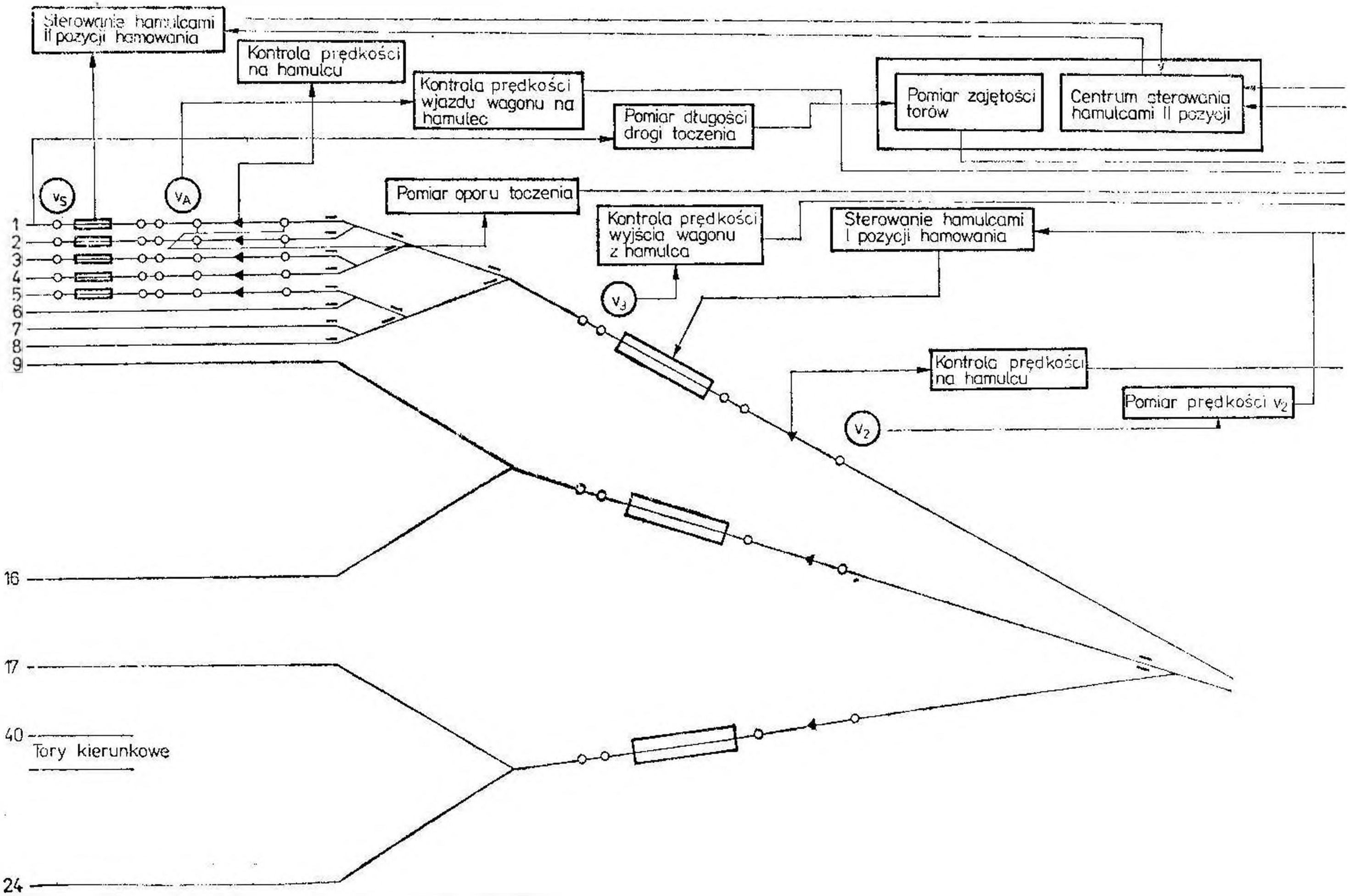
Proces rozrządzania na stacji Bordeaux-Hourcade jest częściowo zautomatyzowany, tzn. że niektóre procesy wymagają współudziału człowieka w ich realizacji, natomiast niektóre są realizowane automatycznie. Do całkowicie zautomatyzowanych podprocesów należą: regulowanie prędkości ruchu odprzęgów w strefie podziałowej oraz regulowanie prędkości ruchu odprzęgów na torach kierunkowych. Podprocesy nastawiania zwrotnic w strefie podziałowej torów kierunkowych oraz regulowania prędkości początkowej staczania muszą być zapoczątkowane przez człowieka.

Regulowanie prędkości odprzęgów w strefie podziałowej torów kierunkowych

Składy pociągowe są rozrządzane na górce rozrządowej 2-grzbietowej. Na wierzchołku górki rozrządowej pomiędzy torami grzbietowymi znajduje się posterunek starszego ustawiacza, natomiast u jej podnóża (na wysokości końca pochylenia pośredniego) — na zewnątrz strefy podziałowej — znajduje się nastawnia rozrządowa, z miejscem pracy dla personelu nadzorującego proces regulowania prędkości ruchu odprzęgów w strefie podziałowej i na torach kierunkowych. Oba te posterunki biorą udział w nadzorowaniu procesu rozrządzania, przy czym starszy ustawiacz na górce rozrządowej jest inicjatorem dwóch wspomnianych podprocesów.

Regulowanie prędkości odprzęgów, w strefie podziałowej torów kierunkowych, rozpoczyna się nadaniem każdemu odprzęgowi w punkcie zrywu pożądanej prędkości początkowej staczania v_Q. Po przekroczeniu punktu zrywu odprzęg stacza się pod wpływem siły ciężkości, przejeżdżając przez rozmieszczone w strefie podziałowej urządzenia.

Schemat poglądowy rozmieszczenia tych urządzeń jest przedstawiony na rysunku 10.26. Za punktem zrywu górki rozrządowej znajduje się czujnik magnetyczny *PO*, przekazujący impulsy do jednostki centralnej przez interface o liczbie osi rzeczywistych przetaczających się przez niego oraz 2 zestawy fotokomórek przekazujących impulsy, o mo-



10.26. Schemat funkcjonowania automatyki hamowania

mentach ich przesłonięcia i odsłonięcia przez przetaczający się odprzęg. Na podstawie informacji z fotokomórek oraz czujnika można ustalić rzeczywistą liczbę osi w odprzęgu, która jest zapamiętywana w systemie, aż do chwili dotoczenia się odprzęgu do stojących już na torach kierunkowych wagonów.

Następnie odprzęg napotyka na drodze 2 bazy pomiarowe, wyznaczone czujnikami magnetycznymi, które służą do określania przybliżonego oporu toczenia wagonu (odprzęgu). Pierwsza baza, ograniczona kontaktami *P1*, *P2*, ma dokładnie wymierzoną długość (5 metrów), podobnie jak i druga, ograniczona czujnikami *P*3 i *P*4. Odprzęg przejeżdża przez kontakt szynowy *P1*, przekazuje impuls uruchamiający miernik czasu, a następnie przez kontakt szynowy *P2*, który wysyła impuls wyłączający miernik czasu. W ten sam sposób czas jest mierzony na bazie *P*3, *P*4.

Dla znanych długości odcinków bazy pomiarowej oraz ustalonego czasu przejazdu przez bazy pomiarowe system oblicza średnie prędkości chwilowe v_1 i v_2 dla punktów drogi, leżących w środku odcinków pomiarowych, przy założeniu ruchu jednostajnego (krótki odcinek pomiarowy). Po przejściu pierwszej osi odprzęgu przez czujnik magnetyczny *P4* system oblicza prędkość wyjazdu tego odprzęgu z pierwszej pozycji hamowania. Do obliczenia jest wykorzystywany wzór, przedstawiający równanie energii jednostkowej ruchu na określonym odcinku:

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{A} + \frac{\dfrac{v_3^2 - v_4^2}{v_3}}{B} = 1 \qquad (10.1)$$

gdzie:

v_1 — prędkość obliczona na bazie pomiarowej pierwszej,

v_2 — prędkość obliczona na bazie pomiarowej drugiej,

v_3 — poszukiwana prędkość wyjazdu odprzęgu z hamulca I pozycji hamowania,

v_4 — teoretycznie obliczana, pożądana prędkość wjazdu na II pozycji hamowania,

A i B — charakterystyki oporów drogi pomiędzy I a II pozycją hamowania, określone dla każdego toru grupy kierunkowej dla 4 wartości sił wiatru. Wyznaczenie prędkości v_3 jest poprzedzone obliczeniem prędkości pożądanej wjazdu v_4 dla każdego odprzęgu na hamulec II poz. hamowania. Prędkość v_4, z jaką odprzęg powinien wjechać na II poz. hamowania, zależy od: właściwości biegowych odprzęgu, oporów drogi między I a II pozycją hamowania oraz niezajętej długości toru kierunkowego.

Jednostkowa energia ruchu odprzęgu dla danego układu strefy podziałowej stacji Bordeaux-Hourcade jest obliczona w systemie ze wzoru:

$$E = v_2^2 - v_1^2 \qquad (10.2)$$

Jeśli wartość energii jest większa lub równa 5, to przyjmuje się wówczas $v_4 = 4$ m/s. W przypadku gdy $E < 5$, jest obliczany wskaźnik:

$$S = IR \cdot L$$

gdzie:

IR — współczynnik oporu toczenia,

L — długość toru niezajętego w chwili obliczania.

Współczynnik oporu toczenia jest określony dla warunków stacji Bordeaux-Hourcade z następującego związku empirycznego:

$$IR = \frac{-0{,}3\,(v_2^2 - v_1^2) + 7{,}2}{(v_2^2 - v_1^2) + 6} \tag{10.3}$$

Jeśli $S > 0{,}4$, to przyjmuje się $v_4 = 4{,}5$ m/s,
$S > 0{,}45$, to przyjmuje się $v_4 = 5{,}0$ m/s,
$S > 0{,}52$, to przyjmuje się $v_4 = 5{,}5$ m/s.

Podstawiając v_4 oraz właściwe parametry A i B do równania (10.3) oblicza się w systemie prędkości v_3, wyjazdu odprzęgu z hamulca I poz. hamowania. Jeśli obliczona ze wzoru (10.3) prędkość jest mniejsza niż 4,5 m/s, to system przyjmuje za prędkość wyjazdu wartość 4,5 m/s. Przejazd pierwszej osi odprzęgu przez czujnik *PE* powoduje uruchomienie radaru, który w sposób ciągły mierzy i przekazuje do systemu prędkość rzeczywistą odprzęgu na hamulcu. Jednocześnie jest to sygnał do podniesienia hamulca do położenia gotowości do pracy.

Zróżnicowanie się prędkości rzeczywistej odprzęgu z prędkością obliczeniową powoduje wysłanie impulsu do wyluzowania hamulca. Przejazd ostatniej osi odprzęgu przez czujnik *P5* znajdujący się za hamulcem I poz. hamowania powoduje wyłączenie radaru. W przypadku gdy ostatnia oś I odprzęgu *W1* nie opuściła hamulca (czujnik *P5*), a następny odprzęg *W2* wjechał na czujnik *KE*, system wydaje polecenie wyluzowania hamulca, w przypadku gdy odprzęg *W1* nie osiągnął jeszcze obliczonej prędkości wyjazdu v_3, a nie wydaje polecenia hamowania dla odprzęgu *W2* dopóty, dopóki ostatnia oś odprzęgu *W1* nie opuści hamulca (czujnika *P5*). Jednocześnie na bazie pomiarowej ograniczonej czujnikami *P5* i *P6* system kontroluje prędkość wyjazdu odprzęgu z I poz. hamowania. Pomiar ten jest wykonany po przejściu ostatniej osi odprzęgu przez czujnik *P6*. Wyniki pomiaru są wykorzystywane przez system do korekty parametrów *A* i *B*.

Do obliczeń i sterowania hamulcami w tym systemie wykorzystuje się urządzenie analogowo-cyfrowe współpracujące z komputerem MITRA-15. W strefie podziałowej stosuje się hamulce torowe Saxby R-58.

Regulowanie odprzęgów na torach kierunkowych

Do regulowania prędkości odprzęgów na torach kierunkowych na stacji Bordeaux-Hourcade służą hamulce torowe typu Saxby R-376. Znajdują się one na początku każdego toru kierunkowego na odcinku prostym, w odległości ok. 40 m od końca poziomego łuku. Przed hamulcem na odcinku prostym umieszczono 4 czujniki: *P7*, *P8*, *P9*, *PE*. 3 pierwsze wyznaczają bazę pomiarową służącą do określenia rzeczywistego oporu ruchu odprzęgu oraz rzeczywistej prędkości wjazdu na hamulec II pozycji hamowania, a czujnik *PE* włącza do eksploatacji urządzenie radarowe oraz uruchamia hamulec. Za hamulcem torów kierunkowych znajduje się czujnik *P10*, który wspólnie z czujnikiem *P9* przekazuje impulsy, na podstawie których można ustalić zajętość hamulca.

Zadaniem II pozycji hamowania jest wypuszczenie każdego odprzęgu z hamulca z taką energią, która umożliwiłaby mu dotoczenie się po torze kierunkowym do stoją-

cych na nim wagonów z prędkością dojazdu nie przekraczającą wartości 1 m/s. Prędkość wyjazdu z hamulca II pozycji hamowania v_5 oblicza się po przejściu pierwszej osi odprzęgu czujnika *P4* z następującego wzoru:

$$v_5 = v_d + (9W - 0{,}9)L \tag{10.4}$$

gdzie:

v_5 — obliczeniowa prędkość wyjazdu z hamulca II pozycji hamowania,

v_d — dopuszczalna prędkość dojazdu odprzęgu do odprzęgu na torach kierunkowych [1 m/s],

W — wskaźnik oporu toczenia,

L — nie zajęta długość toru kierunkowego.

Wartość wskaźnika oporu toczenia W oblicza się ze wzoru:

$$W = \frac{R - 0{,}8}{v_4} \tag{10.5}$$

gdzie:

R — współczynnik toczenia się odprzęgu,

v_4 — rzeczywista prędkość wjazdu na hamulec.

Współczynnik toczenia się odprzęgu R oblicza się ze wzoru:

$$R = i - \frac{a}{q'} \tag{10.6}$$

gdzie:

i — spadek, na którym leży baza pomiarowa ograniczona czujnikami *P7* i *P9* (ok. 1,7‰),

a — opóźnienie wagonu [m/s^2],

q' — skorygowane przyspieszenie ziemskie, uwzględniające masy wirujące w odprzęgu (ok. 9,81 m/s^2).

Rzeczywista prędkość wjazdu jest ustalona na podstawie impulsów przekazanych w czasie przejazdu przez czujniki *P7* i *P9*. Nie zajęta długość toru kierunkowego (L), zawarta między złączem izolowanym na początku toru kierunkowego a pierwszą osią szeregu wagonów, które stoją na danym torze kierunkowym, jest obliczona na podstawie pomiaru impedancji obwodu torowego. W systemie jest ona określana za pomocą układu urządzeń, zwanych urządzeniami do określania nie zajętej długości toru kierunkowego. Układ ten stanowi:

— izolacja początku każdego toru kierunkowego wraz z transformatorem dopasowującym,

— szafa zasilająca wraz z układem połączenia i przetwarzania,

— mikroprocesor do automatycznego sterowania przełączaniem napięcia.

Każdy obwód toru jest zasilany przez transformator dopasowujący z dwoma uzwojeniami wtórnymi, których zadaniem jest pomiar napięcia U przykładanego do toru. Transformator dopasowujący jest zasilany z transformatora głównego przez system przełączający.

Procesem przełączania steruje komputer, podłączając każdy transformator dopasowujący do obwodu zasilania oraz obwodu pomiaru napięcia. Nie zajętą długość wszystkich torów mierzy się cyklicznie przez pomiar pary parametrów U i I (co najmniej trzy kolejne równe odczyty parametrów U i I wykonywane co 20 s). Uzyskuje się wynik z dokładnością do 10 m. Dzięki porównywaniu trzech kolejnych odczytów, układ tych urządzeń rozpoznaje czy odprzęg jest w ruchu, czy stoi. Prędkość odprzęgu powyżej 0,5 m/s jest uznawana przez układ za prędkość ruchu odprzęgu, natomiast poniżej — za bezruch odprzęgu. Wynik pomiaru jest przekazywany do komputera w postaci binarnej.

Obliczona ze wzoru (10.4) prędkość v_5 wyjazdu z hamulca II pozycji hamowania nie może być mniejsza niż 1,5 m/s. Przejazd pierwszej osi odprzęgu przez czujnik *PE* powoduje uruchomienie urządzenia radarowego oraz podniesienie hamulca. Wyniki pomiaru rzeczywistej prędkości odprzęgu na hamulcu przez urządzenie radarowe są przekazywane do urządzenia analogowo-cyfrowego, gdzie są porównywane z obliczeniową prędkością wyjazdu odprzęgu v_5 z hamulca II pozycji hamowania. Zrównanie się tych prędkości powoduje wysłanie do urządzeń napędowo-sterujących impulsu wyluzowania hamulca.

Nastawianie zwrotnic w strefie podziałowej torów kierunkowych

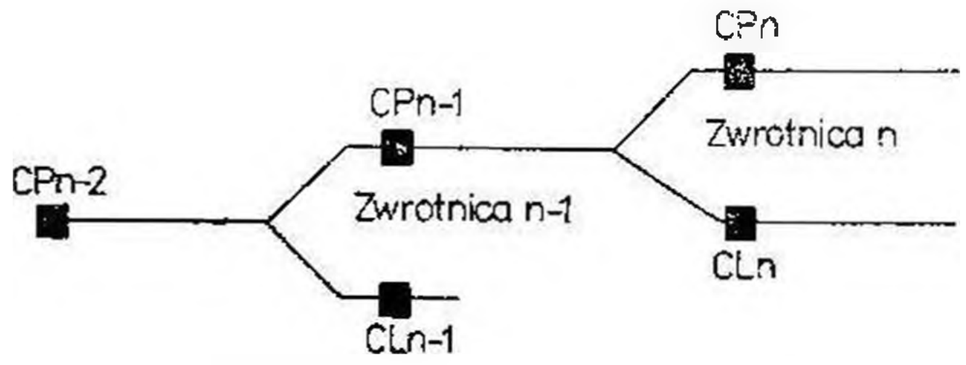
System samoczynnego nastawiania zwrotnic na stacji Bordeaux-Hourcade wymaga odręcznego wprowadzania informacji przez ustawiacza górki rozrządowej do urządzeń pamięci nastawnicy przekaźnikowej. Posługując się kartą rozrządową, rejestruje za pomocą klawiatury pulpitu nastawczego kolejne numery torów kierunkowych, na które będą staczane odprzęgi. Każda informacja jest kontrolowana przez ustawiacza, który obserwuje świetlne wskaźniki pojawiające się w miarę wprowadzania danych z karty rozrządowej. Ustawiacz może za pomocą klawiatury pulpitu sterującego skasować źle wprowadzone dane.

Na nastawni rozrządowej znajduje się również pulpit nastawczy zawierający zespół podświetlanych wskaźników informacyjnych oraz zespół przycisków do indywidualnego nastawiania zwrotnic. Za pomocą tego pulpitu nie można jednak wprowadzać danych z karty rozrządowej. Zespół wskaźników świetlnych jest ułożony w 7 rzędach, przy czym w 2 pierwszych są wyświetlane numery torów kierunkowych przypisanych odprzęgom, które nie wtoczyły się w strefę objętą automatyką (nie przejechały obok fotokomórek), a w 5 pozostałych numery torów kierunkowych dla kolejnych odprzęgów, które znajdują się w strefie objętej automatyką. Wyświetlane numery torów kierunkowych przesuwają się w miarę postępującego procesu staczania od jednego wskaźnika do drugiego i nikną automatycznie, gdy odprzęgi opuszczają strefę podziałową torów kierunkowych. Pod każdym wskaźnikiem z numerem toru kierunkowego jest wyświetlana ponadto nie zajęta długość toru kierunkowego, która przesuwa się podobnie jak numer toru kierunkowego w miarę postępującego procesu staczania.

Do realizacji procesu nastawiania zwrotnic w strefie podziałowej każda zwrotnica (z wyjątkiem pierwszej pozycji zwrotnic) jest wyposażona w odcinki izolowane oraz czujniki elektromechaniczne. Odcinki izolowane uniemożliwiają wjazd odprzęgu na zwrotnicę w trakcie przestawiania i jej przestawienie się pod odprzęgiem (zanim ostatnia

oś odprzęgu nie opuści odcinka oddziaływania), natomiast układ czujników dzięki zliczaniu osi umożliwia rozrządzanie wagonów z dużymi rozstawami osi wewnętrznych, jak również ujawnianie mylników (śledzenie drogi przebiegu).

Zwrotnice są nastawiane samoczynnie w oparciu o technikę przekaźnikową, natomiast do śledzenia dróg przebiegu w strefie podziałowej wykorzystuje się informacje przekazywane przez pary czujników, znajdujących się za stykami iglicowymi każdej zwrotnicy. Pierwsza zwrotnica strefy podziałowej jest sterowana samoczynnie przez przesłonięcie fotokomórki. Odcinek izolowany tej zwrotnicy nie może być wówczas zajęty przez poprzedni odprzęg. Jednocześnie system nastawiania zwrotnic i śledzenia ruchu odprzęgów podczas przejazdu przez czujnik *P1* i obok fotokomórki (rys. 10.27) otrzymuje



10.27.
Przykładowe rozmieszczenie czujników na zwrotnicach

informacje o rzeczywistej liczbie osi znajdujących się w odprzęgu. Nastawianie kolejnych zwrotnic w strefie podziałowej odbywa się na zasadzie zamykania obwodów torowych (odcinków izolowanych). Obwody te nie mogą być zajęte przez poprzedni odprzęg. Gdy zajętość obwodu torowego zwrotnicy uniemożliwia przestawienie zwrotnicy, wówczas nadjeżdżający odprzęg automatycznie kierowany jest na tor poprzedniego odprzęgu. Ruch odprzęgów w strefie podziałowej jest śledzony na podstawie programowego bilansowania liczby osi w odprzęgach przetaczających się przez odpowiednio rozmieszczone czujniki na zwrotnicach.

Rysunek 10.27 przedstawia przykładowe rozmieszczenie czujników na dwóch kolejnych zwrotnicach strefy podziałowej. Każda zwrotnica za stykiem iglicowym jest wyposażona w 2 czujniki (*OP* — czujnik prawego toru i *CL* — czujnik lewego toru). Śledzenie ruchu odprzęgów wymaga wprowadzenia do systemu danych o kolejności odprzęgów (na podstawie karty rozrządowej) i o liczbie osi w każdym odprzęgu (liczonych na początku staczania). Wjazd pierwszej osi odprzęgu o znanej liczbie osi na czujnik, np. *OPn*-1 jest sygnałem dla systemu, że pojawia się odprzęg, który może zostać skierowany na czujnik *OPn* lub *OLn*. Przejazd kolejnych osi przez *OPn*-1 powoduje przekazanie do urządzenia liczącego liczby impulsów równej liczbie osi odprzęgu. Przy bilansowaniu liczby osi, jakie przejeżdżają przez kolejne czujniki, istnieje możliwość programowej współpracy następujących par czujników: *OPn*-1 i *OPn*-2 (prawy tor zwrotnicy *n*-1): *OPn*-1 i *CPn* (prawy tor zwrotnicy *n*); *OPn*-1 i *CLn* (lewy tor zwrotnicy *n*).

Pojawienie się najbliższego w czasie impulsu od lewego lub prawego czujnika oznacza, że postępujący odprzęg jest kierowany na lewy lub prawy tor zwrotnicy *n*. Przejście kolejnych osi przez jeden z czujników zwrotnicy *n* jest bilansowane z liczbą osi, które przetoczyły się przez jeden z czujników poprzedniej zwrotnicy i jest porównywane z rzeczywistą liczbą osi w odprzęgu, przekazywanej programowo ze zwrotnicy do zwrotnicy.

Regulowanie prędkości początkowej staczania

Jednym ze sposobów zwiększania wydajności urządzeń rozrządowych jest stosowanie zmiennej prędkości napychania składów pociągowych na grzbiet górki rozrządowej, z wykorzystaniem zestawu urządzeń do zdalnego regulowania ruchu lokomotywy rozrządzającej. Na stacji Bordeaux-Hourcade ustawiacz górki rozrządowej ma do tego celu pulpit nastawczy, na którym znajduje się szereg wskaźników oraz potencjometr z wyskalowanymi przedziałami prędkości. Pulpit nastawczy jest połączony ze stacją nadawczo-odbiorczą, która współpracuje z takim samym urządzeniem nadawczo-odbiorczym znajdującym się na lokomotywie rozrządzającej. Ponadto lokomotywa ta jest wyposażona w regulator prędkości ruchu sprzężny poprzez przetwornik sygnałów radiowych z urządzeniem nadawczo-odbiorczym. Zestaw tych urządzeń jest wykorzystany na stacji Bordeaux-Hourcade do zdalnego sterowania procesem napychania na górkę rozrządową i dosuwania do górki rozrządowej składów rozrządowych.
Podczas tych procesów maszynista jest stale obecny na lokomotywie. W trybie pracy zdalnego sterowania nadzoruje pracę urządzeń, natomiast w pozostałych procesach, jak jazda lokomotywy po następny skład pociągu przewidziany do rozrządzania oraz dojazd do tego składu pociągu, steruje ręcznie ruchem lokomotywy. Skład pociągowy jest napychany na grzbiet górki zazwyczaj z prędkością 10 km/h. Przed przystąpieniem do napychania składu ustawiacz górki przejmuje zdalne sterowanie przez wciśnięcie odpowiednich klawiszy wskaźników i po otrzymaniu sygnału optycznego, potwierdzającego przekazanie sterowania do posterunków ustawiacza, nastawia potencjometr w pozycji 10 km/h. Zatrzymanie składu pociągowego przed grzbietem górki rozrządowej następuje w wyniku ustawiania potencjometru w pozycji 0 km/h. W procesie napychania składu pociągowego na grzbiet górki rozrządowej ustawiacz może stosować następujące skale prędkości: 2,4 km/h, 3,6 km/h, 4,2 km/h, 4,8 km/h, 5,4 km/h, 6 km/h, 8 km/h, 12 km/h i 20 km/h. Ustawiacz nie ma wytycznych do wybierania określonego stopnia prędkości przy określonych układach odprzęgów, kieruje się własnym doświadczeniem.

10.4.3. Automatyzacja pracy manewrowej na stacji rozrządowej Bazylea-Muttenz II (SBB)

10.4.3.1. Uwagi wstępne

Stacja rozrządowa Bazylea jest najważniejszym przejściem granicznym w północnym rejonie Szwajcarii. Na niej krzyżują się duże potoki ładunków przeznaczonych na eksport i importowanych, dostarczanych w ten rejon koleją lub statkami żeglugi śródlądowej (Ren). Aby sprostać przerabianiu wzrastających z roku na rok potoków ładunków, stacja w 1975 r. została rozbudowana i zmodernizowana pod kątem przystosowania jej do osiągania dużych wydajności. Obecnie jest to stacja dwukierunkowa. Kierunek *Z-W* tej stacji (Bazylea–Muttenz I) został zbudowany w latach 1920—33. Na nim przerabia się wagony z ładunkami importowanymi. Kierunek *W–Z* (Bazylea–Muttenz II), nazywany układem eksportowym, został oddany do eksploatacji w końcu

1975 r. Rozrządza się na nim wagony z ładunkami, które pochodzą z głębi kraju i są przeznaczone do przewozu przez żeglugę śródlądową oraz kolej.
Jest to układ zautomatyzowany, który może przerobić w ciągu doby około 100 pociągów oraz rozrządzić około 4500 wagonów.

10.4.3.2. Układ torowy i profil stacji Bazylea-Muttenz II

Kierunek *W–Z* został zbudowany z uwzględnieniem wymagań stawianych stacji rozrządowej o dużej wydajności. Jest to układ potokowy 3-grupowy o następującym podziale torów:
— grupa przyjazdowa (11 torów po ok. 750 m),
— grupa kierunkowa (32 tory po ok. 900 m),
— grupa odjazdowa (12 torów po ok. 750 m).
Profil podłużny tego kierunku jest profilem mieszanym, z częścią pochyłniową i częścią równiową. Część pochyłniowa obejmuje rejon grupy przyjazdowej oraz górki rozrządowej, natomiast pozostała część stacji jest zbudowana na równi stacyjnej. O zastosowaniu tego profilu zadecydowały względy topograficzne (rejon górzysty) co w praktyce eksploatacyjnej przynosi niebagatelne korzyści w postaci wykluczania z procesu rozrządzania lokomotyw napychających, ale z drugiej strony komplikuje prace automatyzacji pracy manewrowej.

10.4.3.3. Kierowanie pracą stacji

Budowa stacji rozrządowej Bazylea–Muttenz II nie jest zakończona. Obecnie przedmiotem badań prowadzonych przez SBB (przy współpracy firmy Siemens) jest zagadnienie kierowania pracą manewrową. Przewiduje się wyposażenie stacji Bazylea–Muttenz II w podobny system kierowania pracą manewrową, jaki funkcjonuje na stacji Zürich Limmattal. System ten, oparty na urządzeniach przetwarzania danych, gromadzi na bieżąco informacje o wagonach przyjeżdżających na stację oraz znajdujących się na niej w poszczególnych fazach procesu technologicznego, przetwarza je zgodnie z wymaganiami sporządzania bieżącej dokumentacji, niezbędnej do realizacji pracy manewrowej oraz informowania dyspozytora o aktualnym stanie ruchowym na stacji i wydaje wyniki przetwarzania. Szczegóły przyszłego rozwiązywania systemu kierowania pracą stacji Bazylea–Muttenz II nie są jednak znane.

10.4.3.4. Automatyzacja pracy rozrządowej

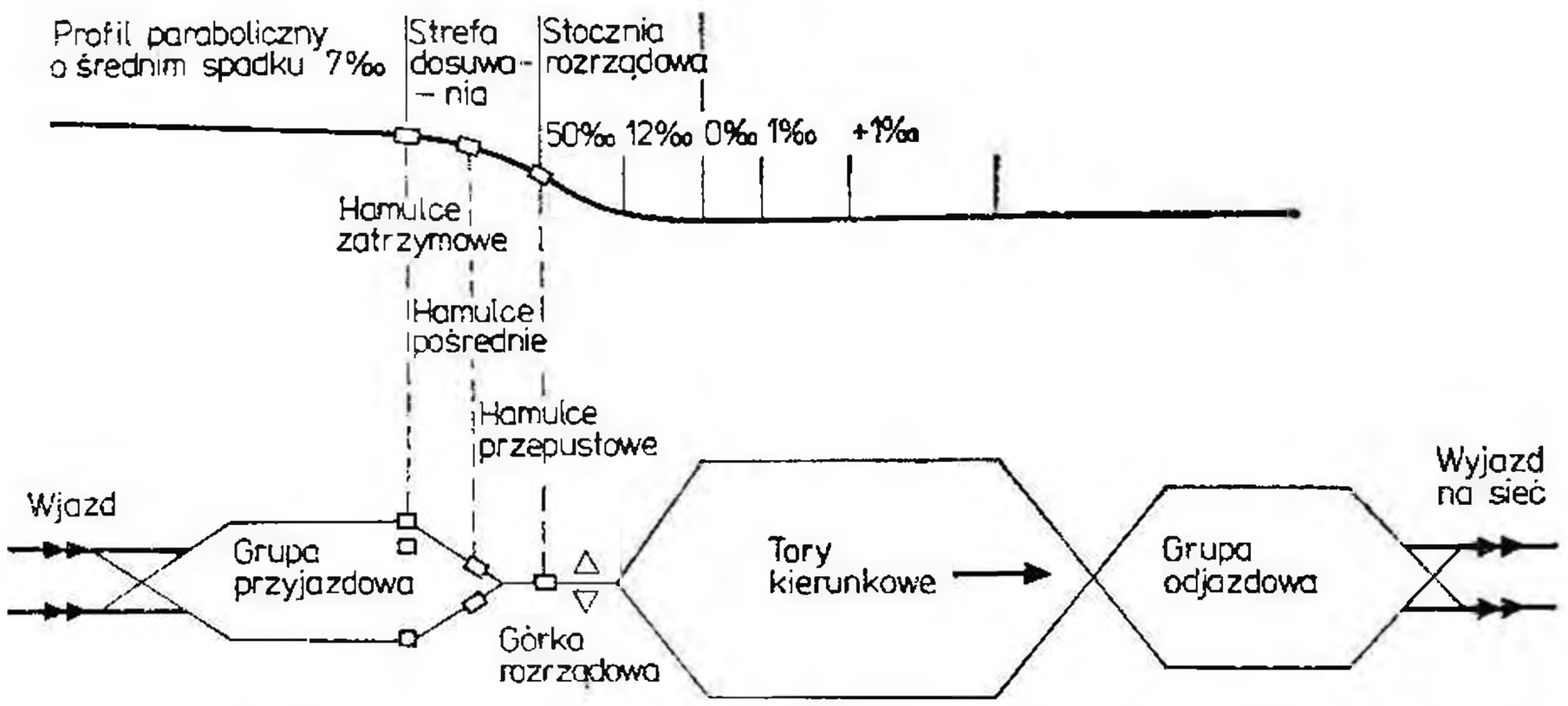
Uwagi wstępne

System sterowania procesem rozrządzania został tak zbudowany, że odprzęgi są wypuszczane z hamulca przepustowego z zadaną prędkością i staczają się po pochylni rozrządowej przez strefę podziałową na tory kierunkowe, gdzie są doprowadzane w sposób wymuszony do stojących już na torach wagonów towarowych. W ramach tego systemu zautomatyzowano następujące procesy:

— regulowanie prędkości napychania składów pociągowych na teoretyczny wierzchołek górki rozrządowej,
— nastawianie dróg przebiegu dla odprzęgów w strefie podziałowej torów kierunkowych,
— regulowanie między odprzęgami w strefie podziałowej torów kierunkowych,
— regulowanie prędkości odprzęgów na torach kierunkowych.

Zabezpieczenie pociągów przed niepożądanym stoczeniem się

Jak już wspomniano, grupa przyjazdowa stacji znajduje się na spadku parabolicznym, który przechodzi dalej w stocznię rozrządową o stromym spadku 50% (rys. 10.28). Dzięki temu ciągłemu spadkowi pociągi nie muszą być napychane na górkę rozrządową, lecz są wprawiane w ruch przez siłę grawitacji. Do zabezpieczenia pociągów przed



10.28. Profil podłużny stacji Bazylea-Muttenz II wraz ze schematycznym rozwiązaniem układu torowego

niepożądanym samoczynnym staczaniem się służą hamulce zatrzymowe, które po wjeździe pociągu hamują pierwsze osie składu. Po przygotowaniu składu pociągowego do rozrządzania hamulce zatrzymowe są luzowane i pociąg stacza się samoczynnie w kierunku górki rozrządowej. Za teoretyczny wierzchołek górki rozrządowej uważa się koniec hamowania hamulca zatrzymowego.

Regulowanie prędkości dosuwania składów pociągowych do górki rozrządowej

Do regulowania prędkości dosuwania składów pociągowych do górki rozrządowej służą hamulce pośrednie oraz hamulce przepustowe. W obu przypadkach są to hamulce szczękowe z hydraulicznym sterowaniem produkowane przez firmę Thyssen–Wuppertal (TW). Przy napychaniu składów pociągowych na górkę rozrządową obowiązują następujące zasady:
— pociągi o masie ogólnej do 2000 t mogą być dosuwane z prędkością nie większą niż 2,5 m/s,
— pociągi dosuwane muszą być chwilowo tak ściskane, aby można było zrzucić sprzęgi między odprzęgami przed hamulcem przepustowym,

— prędkość początkowa staczania musi być zawarta w granicach 0,5–1,3 m/s z dokładnością $\pm 0{,}2$ m/s. Spełnienie tych warunków było możliwe po zastosowaniu podwójnych hamulców torowych w tym rejonie stacji.

Siłę hamowania, konieczną do utrzymania w stanie spoczynku składu pociągowego lub przemieszczania go ze stałą prędkością, określa się na podstawie sił wynikających z pochyleń. Całkowita siła pochodząca od pochyleń P_{sp} wynosi:

$$P_{sp} = P_{dos} + P_{tw} \tag{10.7}$$

gdzie:

P_{dos} — siła pochodząca od pochyleń w rejonie dosuwania,

P_{tw} — siła pochodząca od pochyleń w rejonie torów przyjazdowych do hamulców zatrzymowych.

Siłę P_{dos} oblicza się ze wzoru:

$$P_{dos} = \sum_{n=1}^{n} \sum_{n=1}^{q_i} G_{ji} SP_i \tag{10.8}$$

gdzie:

n — liczba odcinków pochyleń w strefie dosuwania,

q_i — liczba osi na i-tym odcinku pochylenia,

SP_i — średni spadek na i-tym odcinku [‰],

G_{ji} — ciężar j-tej osi na i-tym odcinku pochylenia.

Siłę P_{tw} oblicza się ze wzoru:

$$P_{tw} = SP_{tw} \sum G_{tw} \tag{10.9}$$

gdzie:

SP_{tw} — spadek toru wjazdowego,

G_{tw} — sumaryczny ciężar składu pociągowego rozmieszczonego na torze wjazdowym.

Po podstawieniu wyznaczonych sił P_{dos} i P_{tw} do wzoru (10.7) otrzymuje się:

$$P_{sp} = \sum_{n=1}^{n} \sum_{j=1}^{q_1} G_{ji} SP_i + SP_{tw} \sum G_{tw} \tag{10.10}$$

Aby zrównoważyć wyliczoną siłę P_{sp} należy oddziaływać na skład równą jej siłą hamowania SH. Ze względu na zasady dynamiki ruchu składu pociągowego siła hamowania SH musi być zwiększona o występujące siły bezwładności pochodzące od przyspieszenia a_p, zatem:

$$SH = P_{sp} + \frac{\sum G}{g'} a_{p1} C_1 \tag{10.11}$$

gdzie:

g' — zredukowane przyspieszenie ziemskie,

a_{p1} — przyspieszenie

C_1 — wielkość stała*)

*) Stałe C_1 i C_2 obliczone na maszynach matematycznych na podstawie badań symulacyjnych procesu dosuwania składów pociągowych do grzbietu górki rozrządowej. Zależą od wartości uginania sprężyn zderzakowych.

Wynikająca z przyspieszenia a_{p1} prędkość nie jest jeszcze prędkością zadaną. Należy uwzględnić odchylenie między prędkością rzeczywistą i zadaną, dla której przyspieszenie a_{p2} jest równe:

$$a_{p2} = (v_{rz} - v_{zad}) \frac{C_2}{\Delta t} + a_{p1} \tag{10.12}$$

gdzie:

v_{rz} — prędkość rzeczywista,

v_{zad} — prędkość zadawana,

Δt — przyrost czasu,

C_2 — wielkość stała.

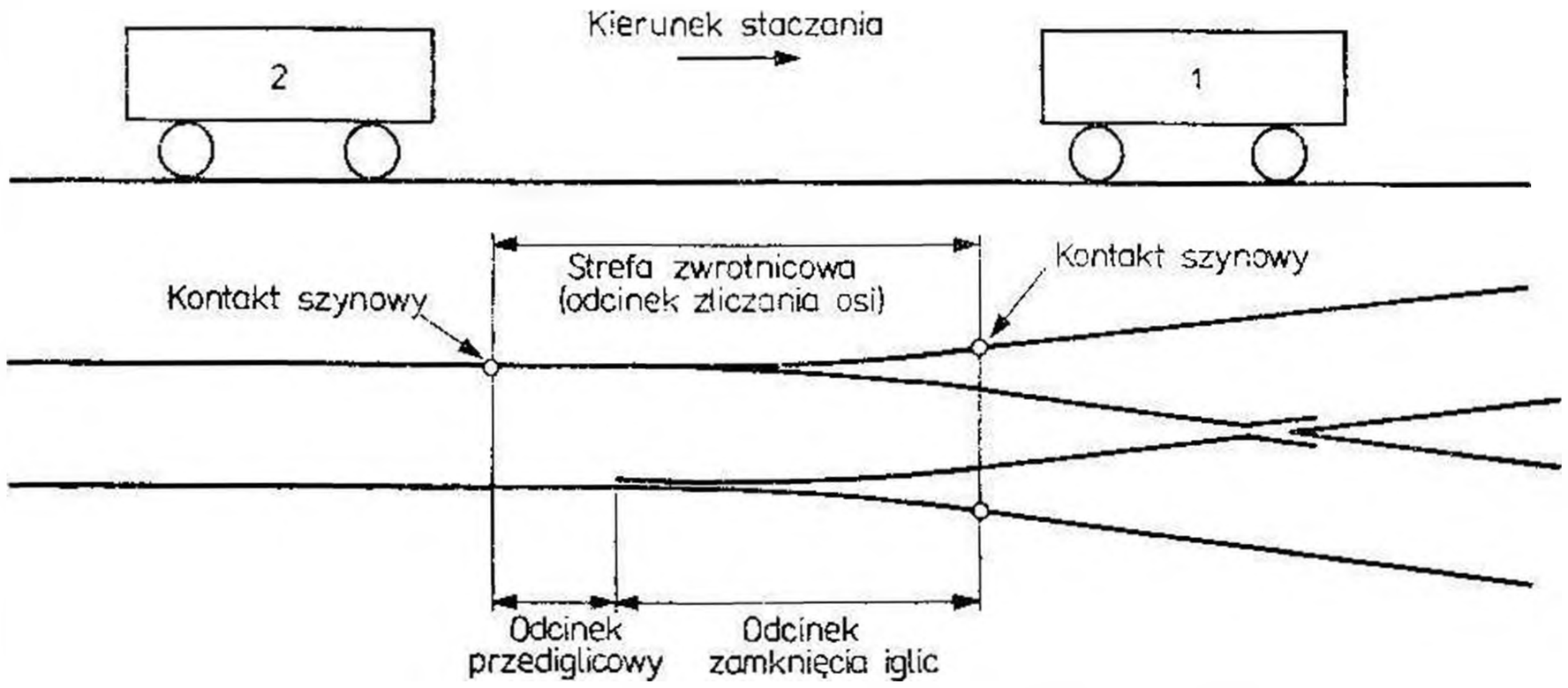
Ostatecznie wymagana siła jest równa:

$$SH = P_{sp} + \frac{\sum G}{g} \left[(v_{rz} - v_{zad}) \frac{C_2}{\Delta t} + a_{p1} \right] C_1 \tag{10.13}$$

Określona w ten sposób siła hamowania jest rozkładana w procesie dosuwania na stopnie hamowania w taki sposób, aby pierwszy stopień miał zawsze możliwie największy udział w pracy hamowania. Wykorzystując do tego celu hamulec przepustowy, powoduje się ściśnięcie składu, umożliwiające łatwe zrzucenie sprzęgów śrubowych. Oddziaływanie siły hamowania jest jednak ograniczone. Przykładana siła hamowania może być, co najwyżej proporcjonalna do ciężaru hamowanej osi.

Nastawianie zwrotnic w strefie podziałowej torów kierunkowych

Podczas przejazdu przez strefę podziałową, drogi przebiegów dla poszczególnych odprzęgów powinny być nastawiane automatycznie, odpowiednio do torów ich przeznaczenia. Ponieważ średnio w teoretycznym punkcie górki rozrządowej odprzęg pojawia się co 10 s, praktycznie zwrotnice muszą być przestawiane ciągle przed nadjeżdżającymi na nie odprzęgami. Polecenie przestawienia zwrotnicy może zostać wydane wtedy, gdy strefa jej oddziaływania jest wolna. Strefa ta jest ograniczona wyłącznie przez czujniki szynowe, wyznaczające odcinek liczenia osi. Liczą je zawsze czujniki przedigli-

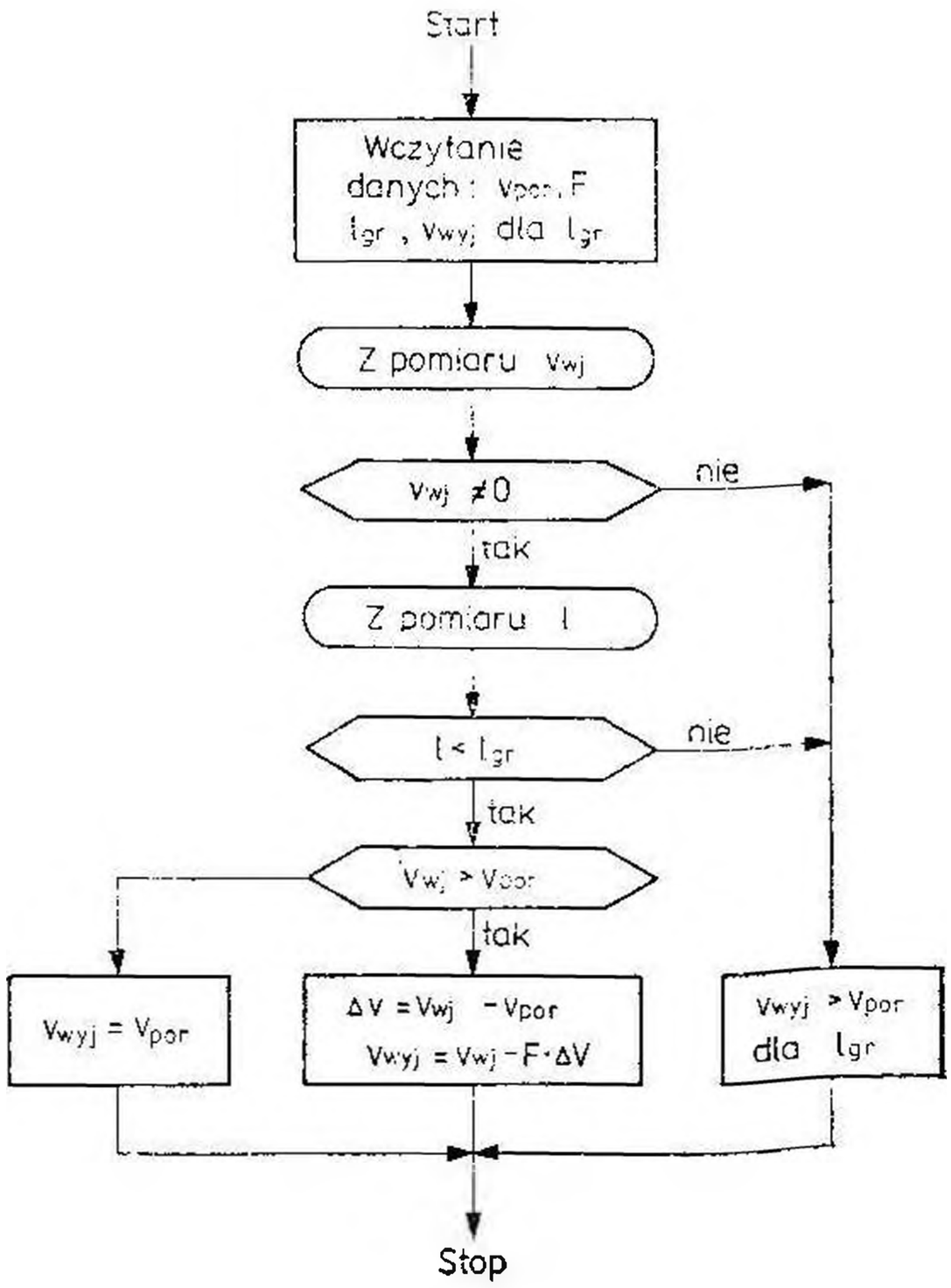


10.29. Schemat rozmieszczenia kontaktów szynowych na zwrotnicy

cowe i jeden z czujników zaiglicowych. Schemat rozmieszczenia kontaktów szynowych na zwrotnicy jest przedstawiony na rysunku 10.29. Długość odcinka powinna być dostosowana do czasu przestawiania zwrotnicy tak, aby żaden odprzęg nie wjechał na nią podczas jej przestawiania oraz aby nie mogła być przestawiona pod znajdującym się na niej odprzęgiem lub pod wagonem, którego osie skrajne chwilowo mogą obejmować strefę oddziaływania zwrotnicy. Ponadto system nastawiania zwrotnic powinien rozpoznawać wszystkie przypadki mylników, jakie mogą się pojawić w praktyce eksploatacyjnej.

Regulowanie odstępów między odprzęgami w strefie podziałowej torów kierunkowych

Zróżnicowane właściwości biegowe poszczególnych odprzęgów powodują, że czas przejazdu tych odprzęgów przez strefę podziałową torów kierunkowych jest różny, a to powoduje, że odprzęgi o dobrych właściwościach biegowych dopędzają odprzęgi o złych właściwościach biegowych. Aby przeciwdziałać temu zjawisku, stosuje się hamulce torowe wykonane mniej więcej w połowie długości strefy podziałowej, których zadaniem jest takie oddziaływanie na prędkość staczających się odprzęgów, aby zostały między nimi utrzymane odstępy, wystarczające do przestawiania zwrotnic, a jednocześnie, aby każdy odprzęg jak najkrócej przebywał w strefie podziałowej.
Na stacji Bazylea-Muttenz II do regulowania tych odstępów zastosowano hamulce torowe szczękowe typu Thyssen-Wuppertal (TW), podobnie jak do hamowania składu pociągowego w strefie dosuwania. Do sterowania pracą tych hamulców opracowano



10.30.
Schemat blokowy działania programu „metody 2 Delta VAU" [59]

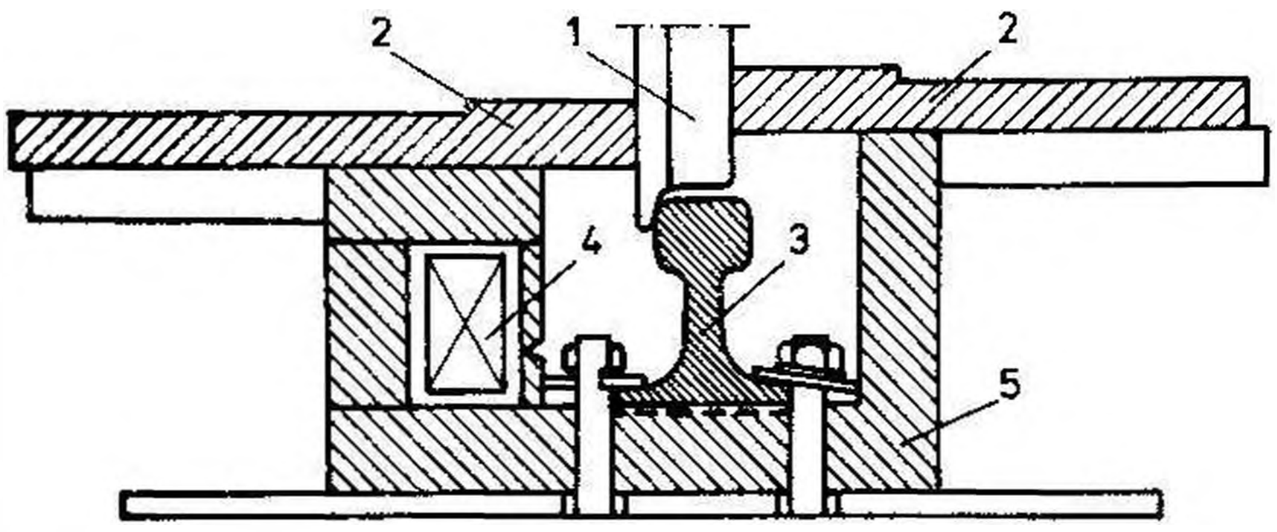
algorytm oparty na badaniach symulacyjnych dynamiki staczania. Przebadanie wszystkich krytycznych następstw odprzęgów (niekorzystnego rozdzielania się wspólnej drogi staczania kolejnych odprzęgów) umożliwiło opracowanie metody sterowania hamulcami strefy podziałowej, nazywanej metodą 2ΔV (2 DELTA VAU) (rys. 10.30) [95]. Wszystkie wagony w zależności od ich właściwości biegowych podzielono na 4 grupy: wyjątkowo lekkobieżne, ciężkobieżne, wyjątkowo ciężkobieżne, lekkobieżne.

W metodzie tej chodzi przede wszystkim o takie hamowanie lekko jadących wagonów, które przejeżdżają za wagonami ciężkobieżnymi, aby ich wykresy czas — droga były w przybliżeniu równoległe do analogicznych wykresów dla wagonów ciężkobieżnych. Prędkość v_{wyj}, przy której wagon powinien zostać wyluzowany na hamulcu, określa się z prędkości wjazdu v_{wj} odprzęgu na hamulec, prędkości porównawczej v_{por} oraz współczynnika obliczeniowego F. Jako prędkość porównawczą przyjmuje się średnią prędkość odprzęgu, wyjątkowo ciężkobieżnego na dolnym hamulcu. Zatem: $\Delta v = v_{wj} - v_{por}$ i $v_{wyj} = v_{wj} - F\Delta v$. Ze względu na symetryczne rozwinięcie strefy podziałowej (w wyniku czego wszystkie odprzęgi mają do pokonania przeciętne jednakowe opory drogi) nie bierze się pod uwagę parametrów torów.

Za pomocą tej metody wyrównuje się czas przejazdu wagonów przez strefę podziałową, co umożliwia utrzymanie wystarczających odstępów między odprzęgami do przestawiania zwrotnic. Aby to było możliwe, za graniczny odprzęg ciężkobieżny, dla którego przyjmuje się v_{por}, uznano taki odprzęg, który charakteryzował się gorszymi właściwościami biegowymi niż 99,8 pozostałych zbadanych przypadków z lepszymi właściwościami biegowymi.

Regulowanie prędkości odprzęgów na torach kierunkowych

Regulowanie prędkości wyjazdu odprzęgów z dolnego hamulca umożliwia osiąganie przez odprzęgi średniej prędkości ok. 4 m/s na początku torów kierunkowych. W skrajnym przypadku może się okazać, że już na początku toru kierunkowego odprzęg powinien mieć bezpieczną prędkość dojazdu wagonu do stojących na torze wagonów, wynoszącą 1,5 m/s. W związku z tym na początku toru kierunkowego zainstalowano hamulce torowe, których zadaniem jest takie hamowanie odprzęgów, aby opuszczały je ze stałą prędkością równą 1,5 m/s. Odprzęgi opuszczające hamulce torów kierunkowych powinny być dosuwane w tym przypadku do wagonów stojących już na grupach torów kierunkowych, przez wymuszone prowadzenie odprzęgów po torach kierunkowych z bezpieczną prędkością 1,5 m/s dojazdu wagonów. Pierwsze z tych zadań (hamowanie) jest realizowane na stacji Bazylea-Muttenz II za pomocą elektrodynamicznych hamul-



10.31.
Schemat poglądowy budowy hamulca elektrodynamicznego

ców torowych. Hamulec taki (rys. 10.31) składa się z korpusu w kształcie litery U (*5*), w którym mieści się uzwojenie (*4*) oraz szyna jezdna (*3*). Od góry korpus przykrywają dwie ruchome listwy (*2*), pomiędzy którymi jest szczelina większa od szerokości koła. Dzięki stałoprądowemu wzbudzeniu uzwojenia na długości ok. 16 m między szynami jezdnymi jest wytwarzane pole magnetyczne. Obwód magnetyczny jest zamknięty przez korpus, listwy hamujące oraz zestaw kołowy (*1*). Wskutek ruchu obrotowego powierzchni styku (między listwami a bandażami kół) wytwarzają się w bandażach kół prądy wirowe, których siła magnetyczna, skierowana przeciwnie do ruchu wagonu, powoduje hamowanie. Hamulce te są zasilane prądem stałym o napięciu 120 do 140 V, natomiast w uzwojeniu płynie prąd rzędu 2000 A. Efekt hamowania wynosi około 250 kN/m na oś wagonu 2-osiowego, z czego na hamowanie elektrodynamiczne przypada ok. 100 kNm/oś, na hamowanie mechaniczne (tarcie między listwami a kołem) ok. 150 kNm/oś.

Hamulec ten działa w jednym stopniu hamowania (w zależności od ciężaru) i jest przystosowany do hamowania najcięższego odprzęgu. Lekkie wagony mogą być wyhamowane do prędkości 1,5 m/s już na niewielkiej drodze. Przy natychmiastowym włączeniu hamulca (kiedy pierwsza oś odprzęgu wjeżdża na hamulec) ostatnia zwrotnica strefy podziałowej oraz hamulce byłyby bardzo długo zajmowane, zwłaszcza przez odprzęgi wielowagonowe lekkie, ponieważ toczyły się z prędkością 1,5 m/s. Aby temu zapobiec, sformułowano algorytm sterowania tym hamulcem w taki sposób, żeby hamulec był włączony dopiero w ostatnim momencie, aby odprzęg osiągnął zadaną prędkość 1,5 m/s w chwili wyjazdu z hamulca ostatniej osi. Określenie chwili włączenia hamulca jest możliwe dzięki znajomości hamowania każdej osi, ciężaru i liczby osi w odprzęgu oraz prędkości wjazdu na hamulce. W systemie sterowania hamulcem torów kierunkowych chwilę tę wyznacza się z równania, jako funkcję czasu:

$$T - \frac{G_{śr} a^2}{2q' l T S_h} - \frac{a}{n-1} \int_0^{t_s} v(t)\,dt = 0 \tag{10.14}$$

gdzie:

T — czas przejazdu pierwszej osi odprzęgu przez bazę pomiarową przed hamulcem,
$G_{śr}$ — średni ciężar osi,
a — długość bazy pomiarowej,
q' — zredukowane przyspieszenie ziemskie,
S_h — siła hamowania,
l — długość hamulca,
n — liczba osi w odprzęgu,
$v(t)$ — liczba osi znajdujących się zawsze na hamulcu.

Odprzęgi wyhamowane do prędkości 1,5 m/s po opuszczeniu hamulca zatrzymują się po przejechaniu niewielkiej drogi, blokując miejsce nadjeżdżającym następnym odprzęgom. W celu zapewnienia ciągłości w pracy rozrządzania wagony zatrzymujące się za hamulcami torów kierunkowych muszą być w sposób wymuszony przemieszczane do wagonów stojących na torach kierunkowych.

Na stacji Bazylea-Muttenz II wykorzystuje się do tego celu urządzenia przemieszcza-

jące, składające się z wózka, który toczy się między tokami szynowymi w przestrzeni łubkowej między stopką a główką szyny. Wózek przemieszczający ma 2 ramiona zabieraków, które w procesie przemieszczania napierają na obrzeża kół wagonowych i przenoszą na nie siłę przesuwu. Podczas przemieszczania wózka w kierunku przeciwnym (w kierunku hamulców torów kierunkowych) może on przetaczać się bez przeszkód, gdyż ramiona zabieraków są opuszczone. Wózek ciągnie lina bez końca, rozpięta na odcinku przemieszczania między napędem a naprężaczem liny. Wózek porusza się w kierunku przemieszczania z prędkością 1,5 m/s, a w kierunku przeciwnym — z prędkością 3 m/s.

Aby wózek przemieszczający zawsze we właściwym czasie mógł odsunąć zatrzymujący się odprzęg za hamulcem toru kierunkowego, powinien być sterowany w funkcji czasu kolejnego staczania odprzęgu na ten tor, tzn. że czas potrzebny na odsunięcie odprzęgu i powrót wózka po następny odprzęg powinien być równy czasowi następstwa odprzęgu na ten sam tor T_s, mierzonemu na kontakcie włączającym urządzenie przemieszczające. Do obliczenia długości przemieszczania L jako funkcji kolejnego staczania obowiązuje zatem wzór:

$$L = T_s(v_{pop} + v_{pow}) \tag{10.15}$$

gdzie:

v_{pop} — prędkość przemieszczania wózka,

v_{pow} — prędkość powrotu wózka.

Aby wózek przemieszczający znalazł się w odpowiednim momencie w położeniu wyjściowym, niezbędnym do przemieszczania następnego odprzęgu, musi rozpocząć jazdę powrotną, jeśli przemieścił odpowiedni odprzęg o L. Wózek przemieszczający może odjechać na taką odległość od położenia wyjściowego, aby w czasie T_s, który jest potrzebny na pokonanie drogi od punktu pomiarowego aż do punktu włączającego, mógł powrócić do położenia wyjściowego. Wymaga to spełnienia warunku $L_{max} = v_{pow} \cdot T_{s min}$, gdzie L_{max} = maksymalna długość przesuwu, $T_{s min}$ — najkrótszy czas przebiegu T_s między stanowiskiem pomiarowym a początkiem odcinka przemieszczania.

System sterowania procesem rozrządzania

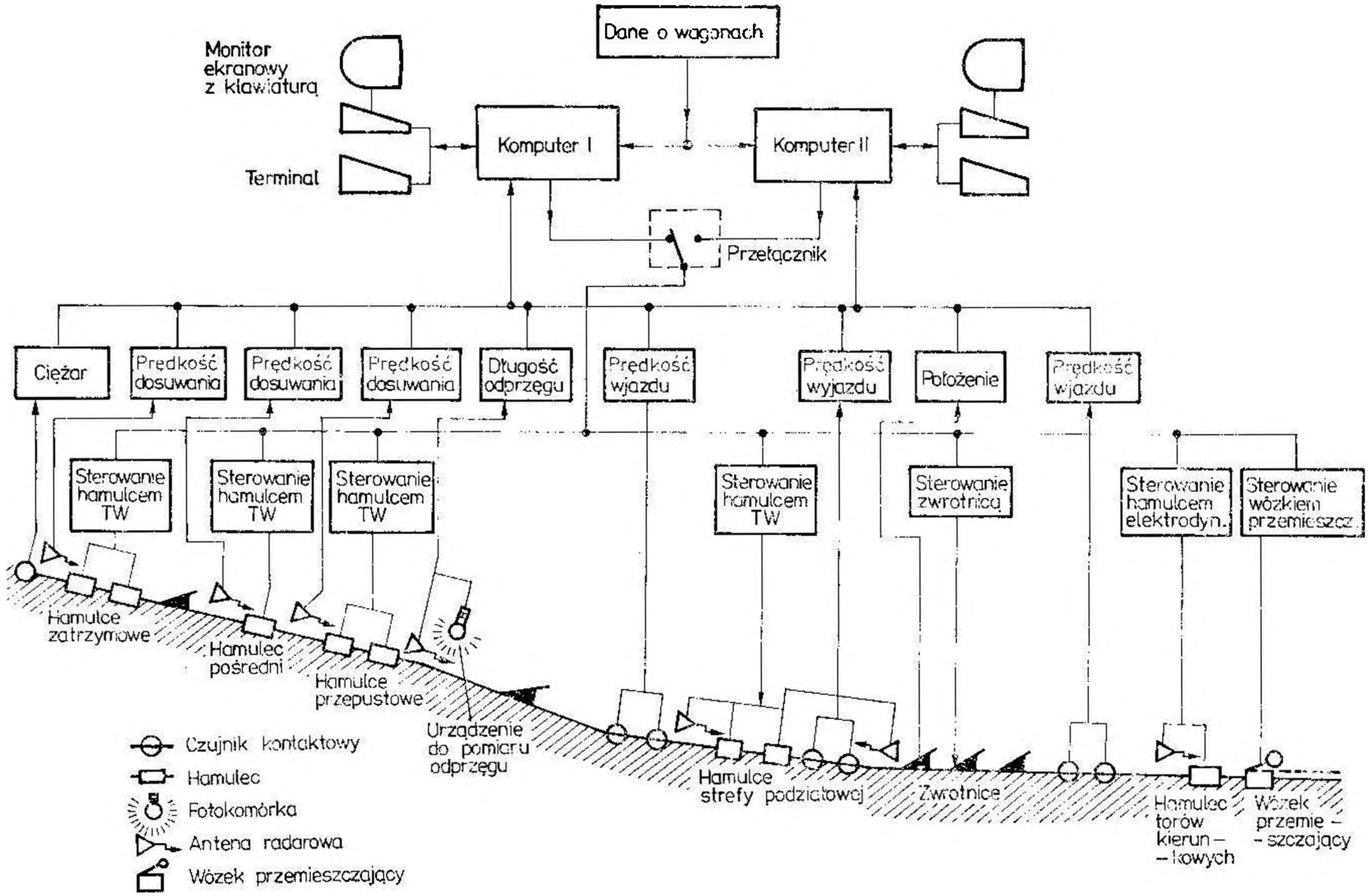
Urządzenia przetwarzania danych na stacji

Omówione w poprzednim rozdziale zadania sterowania określonymi podprocesami, mają wspólny cel, tzn. zapewnić bezpieczny przejazd wagonów z torów przyjazdowych na tory kierunkowe. Ta zgodność zadecydowała, że dla potrzeb sterowania całym procesem rozrządzania wybrano metodę centralnego przetwarzania informacji, opartą na urządzeniach przetwarzania danych. Wszystkie dane o realizowanym procesie rozrządzania są wprowadzone do komputera przez urządzenia zewnętrzne. Na podstawie algorytmów opisanych w poprzednim rozdziale oblicza się dane wyjściowe, które następnie są przekazywane bezpośrednio do urządzeń zewnętrznego sterowania. Sterowanie to stanowi w całym systemie układ obwodów dopasowujących (regulacyjnych), które z uwagi na czasową zajętość jednostki centralnej lub z innych powodów przejmują na siebie hardwarowe rozwiązywanie różnych zadań.

Na stacji Bazylea-Muttenz II, jako element centralny sterowania zastosowano 2 komputery (maszyny cyfrowe 306 systemu Siemens 300) wraz z urządzeniami sprzęgnięcia z procesem, z których jeden stanowi stałą rezerwę z zablokowanym wyjściem. Komputery te pracują na słowach o długości 24 bitów, z pamięcią wewnętrzną o pojemności 32 ksłów i czasie dostępu 600 ns. Pamięć zewnętrzną stanowią bębny magnetyczne o pojemności 512 ksłów. Do obsługi operatorskiej oraz wprowadzania meldunków przez personel służy alfabetyczny monitor ekranowy z klawiaturą. Do protokołowania odchyleń od procesu rozrządzania oraz ważniejszych zadań w systemie sterowania służą bezgłośnie pracujące drukarki termiczne (mozaikowe). Podstawą sterowania pracą urządzeń w systemie są dane wejściowe o wagonach, które muszą być znane w systemie przed przystąpieniem do pracy rozrządzania.
Typowe dane o wagonach są zbierane po wjeździe pociągu na tory przyjazdowe, podczas przygotowania składu pociągu do rozrządzania, a następnie wprowadzane przez operatora systemu do komputera.

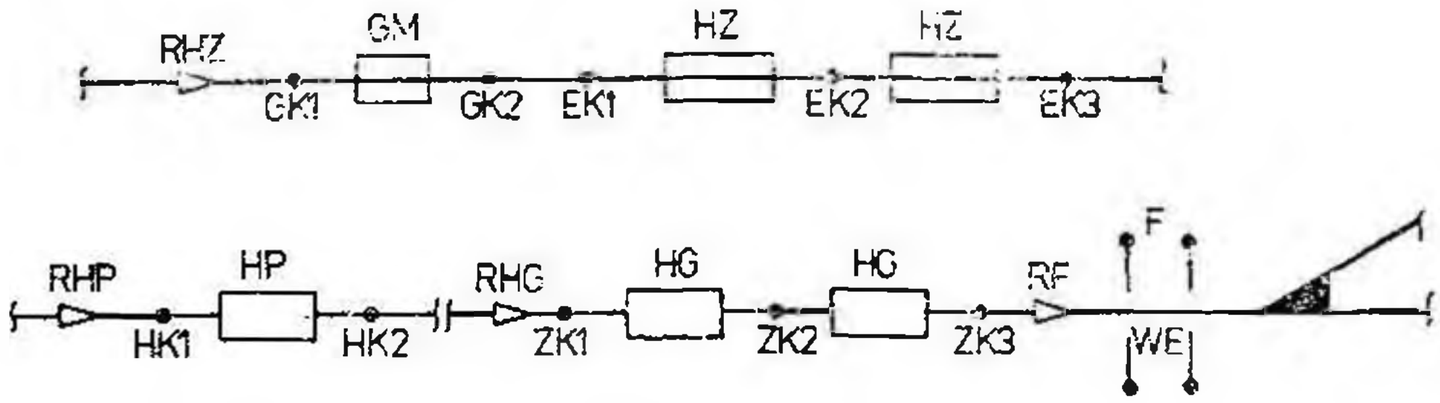
Sterowanie dosuwaniem składów pociągowych

Rozliczenie określonej, na podstawie omówionego wcześniej algorytmu, siły hamowania w strefie dosuwania na 3 stopnie hamowania, wymaga wprowadzenia do systemu danych o rzeczywistym ciężarze osi, prędkości oraz rozkładzie odprzęgów w składzie pociągu.
Do pomiaru rzeczywistej prędkości dosuwanego składu pociągu do teoretycznego punktu górki rozrządowej służą urządzenia radarowe, umieszczone przed hamulcami zatrzymowymi, pośrednimi i przepustowymi, natomiast do pomiaru ciężarów osi jest przeznaczony specjalny układ mostka tensometrycznego, znajdujący się przed hamulcem zatrzymowym. Funkcjonowanie całego systemu sterowania rozrządzaniem przedstawiono na rysunku 10.32. Włączenie urządzenia pomiarowego do określania kategorii ciężaru następuje po przejechaniu osi przez kontakt szynowy GK1, natomiast przejazd przez kontakt GK2 powoduje zmianę sygnału analogowego na określoną wartość w układzie bitowym. Ciężar osi jest mierzony w zakresie od 10 do 200 kN, przy czym minimalna wartość, jaka jest przekazywana do systemu, wynosi 40 kN. Siła hamowania hamulców typu *TW* jest nastawiana w 7 stopniach. Najniższy stopień oznacza siłę hamowania równą 5 kN/oś, a każdy następny stopień dodatkową siłę hamowania 4,5 kN taką, że przy siódmym stopniu osiąga się siłę hamowania równą 32 kN. Wyliczony przez komputer stopień hamowania jest przekazywany w bitach do urządzeń zewnętrznego sterowania, gdzie jest zamieniany na analogową wartość szczeliny hamowania i przesyłany do urządzenia napędowego sterującego hamulcami. Schemat rozmieszczenia urządzeń w strefie dosuwania przedstawiono na rysunku 10.33. W tej strefie zastosowano wyłącznie kontakty magnetyczne, których zadaniem jest przekazywanie do komputera sygnałów o zajętości hamulców. Proces dosuwania składu pociągu do grzbietu górki rozrządowej rozpoczyna się po wprowadzeniu przez ustawiacza górki polecenia ZULAUF START.
Hamulce zatrzymowe są luzowane i ponownie wprawiane w stan hamowania w odstępach 1 s, tak aby utrzymać dopuszczalną prędkość dosuwania. Zadaniem hamulców zatrzymowych jest także hamowanie wtaczających się odprzęgów, aby prędkość wjazdu nie była większa niż 1,4 m/s. Wyliczona przez komputer siła hamowania przez założenie



10.32. Zasada funkcjonowania systemu sterowania rozrządzaniem

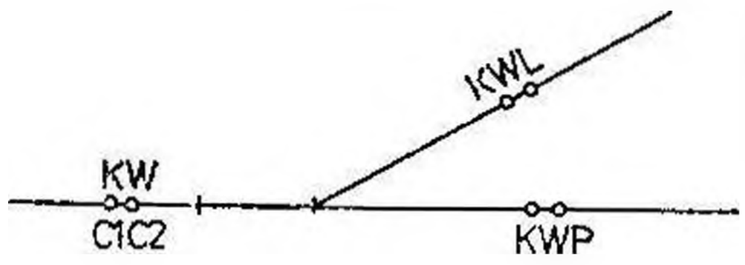
liniowego rozkładu stopni (trzy jednakowej długości hamulce) po 9 kN na każdy stopień hamowania (dwie osie na hamulcu).



10.33. Schemat rozmieszczenia urządzeń w strefie dosuwania

Sterowanie nastawianiem zwrotnic

Przed hamulcem przepustowym są zrzucane sprzęgi śrubowe w taki sposób, aby odprzęgi mogły oderwać się od pociągu za hamulcem i przejść do swobodnego staczania. Po opuszczeniu hamulca przepustowego odprzęg trafia na urządzenie radarowe RF, fotokomórki F oraz kontakt wjazdowy WE pierwszej zwrotnicy podziałowej. Na tych elementach jest określana rzeczywista liczba osi w odprzęgu oraz jej długość. Następnie odprzęg trafia na pierwszą zwrotnicę podziałową. Każda zwrotnica jest wyposażona w 6 czujników zamocowanych w główce szyny, działających na zasadzie tłumienia obwodów drgających. Czujniki te są rozmieszczone w 3 miejscach parami (rys. 10.34).

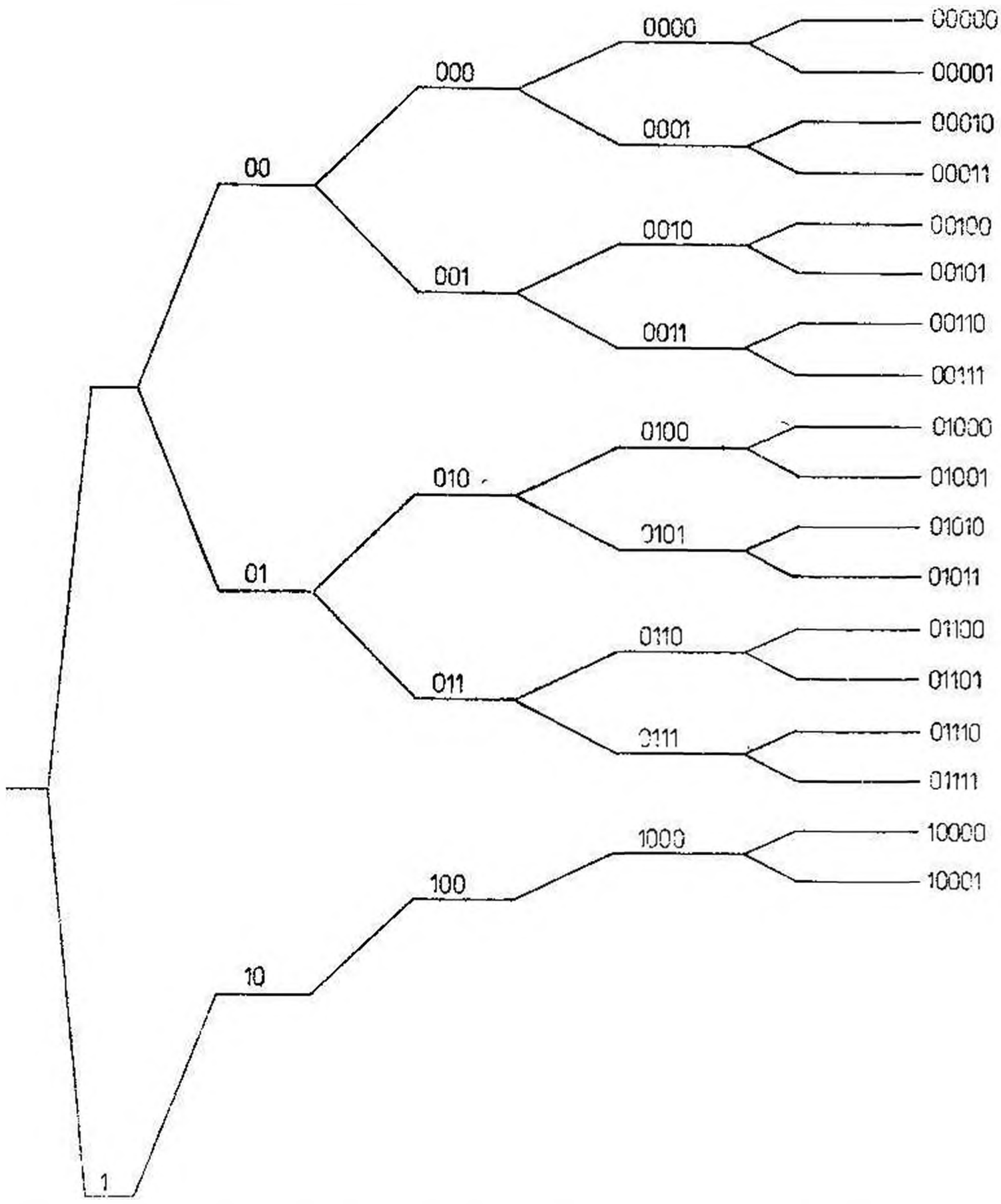


C1,C2-para czujników stanowiąca kontakt wjazdowy zwrotnicy KW
KWL,KWP-kontakty wyjazdowe lewy i prawy

10.34
Rozmieszczenie czujników na zwrotnicy

Takie rozmieszczenie czujników na każdej zwrotnicy umożliwia śledzenie ruchu odprzęgów niezależnie od kierunku przemieszczania. Zwrotnice są przedstawione za pomocą napędu szybkobieżnego zasilanego prądem stałym o napięciu 144 V. Czas przestawiania zwrotnicy wynosi 700 ms, bez uwzględniania czasu działania przekaźników (200 ms).

Zadaniem programu nastawiania dróg przebiegu jest kierowanie odprzęgów przez strefę podziałową na odpowiednie tory kierunkowe, ustalenie, zgłaszanie i korygowanie mylników. Informacje o torze przeznaczenia odprzęgu są przekazywane w formie zakodowanej jako element bierny. Dzięki symetrycznemu rozwinięciu strefy podziałowej, o 32 torach z pięcioma pozycjami zwrotnic, do kodowania torów wykorzystano zasadę budowy drzewa Huffmana (rys. 10.35). Kierując się od podstawy lewym gałęziom przyporządkowuje się 0, prawym zaś 1. Powtarzając takie postępowanie aż do końca rozwinięcia drzewa, każdej drodze przyporządkowuje się układ 0 i 1, przy czym dla pięciu pozycji zwrotnicowych układ ten zawiera pięć pozycji 0 i 1. Polecenia nastawiania zwrotnicy są przekazywane po przejeździe pierwszej osi odprzęgu kontaktu wjazdowego poprzedniej zwrotnicy, przy czym musi być zawsze przekazany tylko n+1 bit toru kierunkowego, aby określona zwrotnica (nie zajęta) przestawiła się na



10.35. Przykład kodowania torów kierunkowych według zasady budowy drzewa Huffmana

lewo przy układzie 0 na ostatniej pozycji lub na prawo przy układzie 1. Polecenie, które nie może być zrealizowane (następna zwrotnica zajęta), jest zapamiętane i przekazywane możliwie najpóźniej.

Na podstawie meldunków, z kontaktów szynowych o przetaczających się przez nie osiach, jest śledzony ruch odprzęgów w strefie podziałowej, przez chwilowe zapamiętywanie miejsca znajdowania się poszczególnych odprzęgów. Rzeczywista droga jest również zapamiętywana kodowo, a następnie kody zadane (wg karty rozrządowej) są porównywane z kodami rzeczywistymi. Umożliwia to wykrywanie mylników i przestawianie ich na monitorze ekranowym w posterunku nadzoru. Program systemu nastawiania zwrotnic jest tak zbudowany, żeby ujawnione mylniki nie oddziaływały na dalszą kolejność przetaczania (odprzęgi trafiają na właściwe tory kierunkowe).

Sterowanie prędkością w strefie podziałowej

Sterowanie pracą hamulców strefy podziałowej odbywa się na podstawie algorytmu 2 delta VAU. Schemat rozmieszczenia urządzeń do sterowania hamulcami w strefie podziałowej przedstawia rysunek 10.36.

Prędkość wjazdu odprzęgów na hamulce torów kierunkowych *HE* jest mierzona przez urządzenia sterowania zewnętrznego na bazie pomiarowej *TP5*, *TP6*. Podczas przejazdu przez działający hamulec *HE* prędkość odprzęgu mierzą urządzenia radarowe *RHE*, natomiast zliczanie i bilansowanie osi na kontaktach *KT5* i *KT6* umożliwia ustalenie stanu zajętości hamulca *HE*. Zastosowany na torze kierunkowym hamulec elektrodynamiczny jest sterowany przez włączenie napięcia lub jego wyłączenie.

Rozwiązuje się w urządzeniach przetwarzania danych równanie (10.16) w celu wykonania opóźnionego włączania hamulców. Wyznaczony czas jest zapamiętywany w komputerze. Kiedy odprzęg znajduje się na hamulcu, wtedy komputer przekazuje impuls do urządzeń sterujących włączeniem napięcia na hamulec. Z chwilą gdy odprzęg osiągnie na hamulcu prędkość 1,5 m/s, sterowanie zewnętrzne przekazuje impuls do urządzeń sterujących wyłączających napięcie z hamulca.

Odprzęg opuszczając hamulec torów kierunkowych przejeżdża przez kontakt *KU2*, który uruchamia urządzenie przemieszczające *UP*. Polecenia sterujące pracą wózka przemieszczającego w obu kierunkach jazdy są wydawane przez sterowanie zewnętrzne. Polecenia te dotyczą: włączenia napięcia do silnika napędowego lub wyłączenia, uruchomienia hamulców silników napędu, nadzorowania liczby obrotów silnika i uruchamiania wentylatora chłodzącego.

Przejazd wózka przez kontakt *KU3* powoduje wyłączenie napędu i zatrzymanie wózka. Jeśli wózek przemieszczający nie jest w stanie wykonywać swojej pracy z powodu ustawienia wagonów na torze kierunkowym bez przerw między nimi, to wówczas występuje jazda blokowa. Jazdy te liczy specjalny licznik, który przekazuje odpowiednie meldunki do komputera w celu określenia zajętości torów kierunkowych.

Funkcjonowanie programu sterowania pracą wózka przemieszczającego rozpoczyna się z chwilą przejazdu pierwszej osi przez kontakt *KT1* leżący przed hamulcem strefy podziałowej (rys. 10.36). Na podstawie impulsów pochodzących od tego kontaktu, przekazanych przez pierwsze osie dwóch kolejnych odprzęgów na ten sam tor kierunkowy do komputera, można obliczyć czas następstwa odprzęgów T_s na ten tor. $T_{s\min}$ jest scharakteryzowane dla minimalnego czasu przejazdu odprzęgu od kontaktu *KT1* aż do początku odcinka przemieszczania. Najdłuższy czas trwania przemieszczania odprzęgu na wózku może wynosić $2T_{s\min}$ [s], jeśli wózek ma powrócić do położenia wyjściowego w chwili, gdy następny odprzęg pojawi się na odcinku przemieszczającym. Jeśli po odprzęgu n zgłosi się na kontakcie *TK1* odprzęg $n+1$ po czasie $2T_{s\min}$, wówczas chwilę rozpoczęcia powrotu po odprzęgu $n+1$ oblicza się z następującego wzoru:

$$T_{pow}(n+1) = T_{pop}(n) + \tfrac{2}{3}[T_{zk1}(n+1) - T_{pop}(n) + T_{s\min}] \qquad (10.16)$$

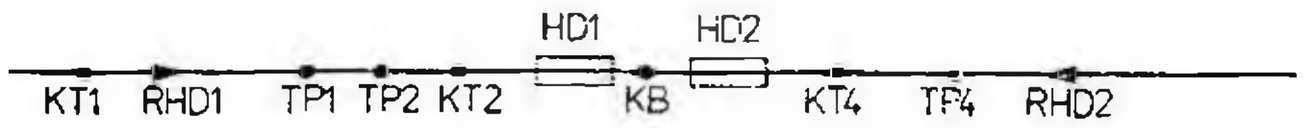
gdzie:

$T_{pow}(n+1)$ — chwila rozpoczęcia powrotu od odprzęgu $n+1$,

$T_{pop}(n)$ — chwila uruchomienia przebiegu popychającego dla odprzęgu n,

$T_{zk1}(n+1)$ — chwila zgłoszenia odprzęgu $n+1$ na kontakcie *TK1*.

Wózek przemieszczający jest uruchamiany w chwili przejazdu pierwszej osi odprzęgu przez kontakt włączający, jeśli odprzęg został wyhamowany na hamulcu przynajmniej do prędkości 1,7 m/s lub jeśli przy nie zajętym hamulcu co najmniej jedna oś przejechała przez kontakt włączający. Po każdej jeździe blokowej jest mierzony czas powrotu



10.36. Schemat rozmieszczenia urządzeń do sterowania hamulcami w strefie podziałowej

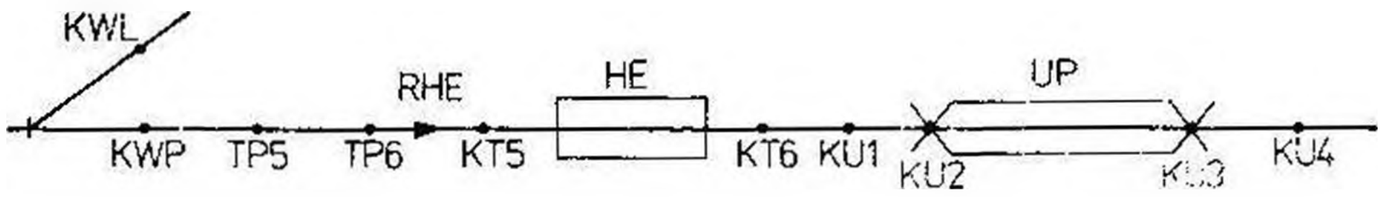
Prędkość wjazdu v_{wj} odprzęgów na hamulce jest mierzona na bazie pomiarowej *TP1* i *TP2* i przekazywana jako wielkość cyfrowa do komputera.

Prędkość ruchu odprzęgów na hamulcach *HD1* i *HD2* jest stale nadzorowana za pomocą urządzeń radarowych *RHD1* i *RHD2*. Zajętość hamulców przez odprzęgi jest określana w systemie na podstawie zliczania osi na czujnikach *TK2*, *TK3* i *TK4*. W czasie przejazdu pierwszej osi odprzęgu przez bazę pomiarową *TP1* i *TP2* mierzy się prędkość v_{wj} i dla niej określa wartość Δv przy jednoczesnym przyjęciu prędkości porównywania wyjazdu dla odprzęgu skrajnie ciężkobieżnego $v_{por} = 5{,}5$ m/s. Następnie jest obliczana prędkość v_{wyj} przy $F = 1{,}75$ i przekazywana do urządzeń zewnętrznego sterowania jako prędkość luzowania. To postępowanie obowiązuje w przypadku odprzęgów, których długość mierzona rozstawem osi skrajnych nie przekracza 35 m. Dla dłuższych rozstawów osi skrajnych w odprzęgu przyjmuje się stałą prędkość wyjazdu odprzęgu z hamulca równą 4,2 m/s. Na podstawie średnich ciężarów wszystkich osi w odprzęgu określa się następnie dopuszczalny stopień hamowania, który jest na bieżąco korygowany przy wjeździe lżejszych wagonów na hamulce. W przypadku, w którym długie odprzęgi osiągnęły po raz pierwszy prędkość $v_{wyj} = 4{,}2$ m/s, jest zwiększona wartość $C/\sum n$ (C — stała wielkość równa w przybliżeniu 1, $\sum n$ — liczba osi pozostała do hamowania), aby przy ponownym hamowaniu nie przekroczyć zadanej prędkości, jeśli odprzęg przyspiesza na już wyluzowanym hamulcu.

Podczas przejazdu ostatniej osi jest mierzona rzeczywista prędkość wyjazdu odprzęgu z hamulca na bazie pomiarowej *KT4*, *TP4* i porównywana z obliczeniową prędkością wyjazdu. Przy znacznych odchyleniach tych wartości i rozdzieleniu się wspólnej drogi staczania kolejnych odprzęgów system na ostatniej zwrotnicy podziałowej, kieruje te odprzęgi na ten sam tor kierunkowy, aby wykluczyć niebezpieczeństwo starcia się ich w ukresie ostatniej zwrotnicy.

Sterowanie prędkością na torach kierunkowych

Na torach kierunkowych prędkość odprzęgów jest zmniejszana przez hamulce do wartości 1,5 m/s i z tą prędkością odprzęgi są dosuwane przez wózki przemieszczające do stojących już wagonów. Rysunek 10.37 przedstawia schemat rozmieszczenia urządzeń wraz z zespołem czujników, przekazujących na bieżąco informacje potrzebne do sterowania ruchem odprzęgów na każdym torze kierunkowym.



10.37. Schemat rozmieszczenia urządzeń do sterowania hamulcami torów kierunkowych oraz urządzeniami przemieszczającymi

wózka aż do osiągnięcia położenia wyjściowego, dzięki czemu jest możliwe określenie nie zajętej długości toru kierunkowego.

Na każdym torze przed kontaktem *KU4* układa się płozy, aby zapobiec przepchnięciu wagonów w rejonie zestawiania poza ukres zwrotnicy. Kontakt ten wspólnie z kontaktem *KU1* służy do określania liczby wagonów znajdujących się na torze kierunkowym. Ponadto kontakt *KU4* jest traktowany w systemie bezpieczeństwa sygnalizującego niebezpieczeństwo starcia ukresowego.

10.4.4. Ocena zrealizowanych koncepcji automatyzacji pracy manewrowej

Systemy kierowania pracą stacji zastosowane na dwóch stacjach rozrządowych Seelze oraz Bordeaux-Hourcade opierają się na tej samej technice, ale różnią się wykonywanymi funkcjami. Mimo że żaden z nich nie został jeszcze dotychczas zrealizowany w całości, widać, że system zastosowany na SNCF jest nastawiony na tworzenie dokumentacji potrzebnej do wykonania pracy manewrowej (karta rozrządowa, wykaz wagonów w składzie pociągu itd.), natomiast system zastosowany na DB, chociaż spełnia tę samą funkcję tworzenia dokumentacji, jest wzbogacony o funkcję informowania personelu dyspozytorskiego o aktualnych stanach ruchowych na stacji i w jej otoczeniu. Należy pamiętać przy tym, że w obu przypadkach realizatorom chodziło o rozwiązanie skrajnie różnych problemów.

Francuski system kierowania pracą stacji w swojej obecnej formie jest tylko częściowym rozwiązaniem w ramach zintegrowanego systemu kierowania pracą przewozową na całej sieci SNCF, natomiast system zastosowany na stacji Seelze był budowany jako wyizolowany, odrębny system stacyjny, który przewiduje się w przyszłości włączyć na zasadzie podrzędności do centralnego systemu kierowania pracą manewrową na sieci DB. Obecny stopień rozwoju systemu kierowania pracą stacji na SNCF należy uznać za rozwiązanie będące wstępnym etapem rozwojowym, który ma olbrzymie znaczenie dla funkcjonowania systemu całosieciowego, rozwiązującego wiele problemów z zakresu kierowania pracą przewozową kolei. Z punktu widzenia pracy stacji rozrządowej system zastosowany na stacji Seelze, choć jeszcze nie w pełni zrealizowany, rozwiązuje problemy stacyjne w znacznie szerszym zakresie niż jego odpowiednik na SNCF, lecz stanowi w obecnym etapie rozwoju tylko rozbudowany punkt terminalny dla przyszłego systemu całosieciowego.

Z przeglądu metod automatyzacji pracy manewrowej na stacjach rozrządowych wynika, że zakres automatyzacji pracy rozrządzania jest analogiczny w każdym z omawianych zarządów kolejowych. Różnice występują tylko w wyposażeniu technicznym, stosowanych sposobach osiągnięcia celu oraz kosztach automatyzacji. Odnosi się to zwłaszcza do systemów regulowania prędkości ruchu odprzęgów w strefie podziałowej i na torach kierunkowych. Przedstawione konkretne rozwiązania na trzech stacjach rozrządowych można podzielić na dwie grupy:

— koncepcja regulowania prędkości ruchu odprzęgów, w której wyjazd z ostatniej pozycji hamowania następuje ze stałą prędkością (Seelze i Bazylea-Muttenz II),
— koncepcja regulowania prędkości ruchu odprzęgów, w której wyjazd z ostatniej pozycji hamowania następuje ze zmienną prędkością (Bordeaux-Hourcade).

Analizując wyposażenie techniczne w obu koncepcjach, dochodzi się do wniosku, że pod względem inwestycyjnym koszty realizacji rozwiązania francuskiego są znacznie niższe od kosztów rozwiązania szwajcarskiego i zachodnioniemieckiego. Różnice w kosztach wynikają wyłącznie z różnego wyposażenia torów kierunkowych. W systemie francuskim wykorzystuje się na torach kierunkowych obwody do określania zajętości tych torów, natomiast na SBB i DB są stosowane kosztowne urządzenia przemieszczające wagony. Zastosowanie tych urządzeń ma jednak duże znaczenie dla niezawodności funkcjonowania systemów. Wymuszony sposób prowadzenia wagonów po torach kierunkowych eliminuje całkowicie proces dopychania wagonów i pozwala na ciągłe rozrządzanie. Dzięki temu są stworzone możliwości uzyskania dużej wydajności rejonu rozrządzania.

Rozrządzanie kolei francuskich nie jest tak precyzyjne w realizacji procesu dopychania wagonów na torach kierunkowych, rozwiązuje jednak w sposób zadowalający problem hamowania docelowego wagonów, eliminując pracę płozowych konieczną w systemach tradycyjnych. Jak wykazała dotychczasowa eksploatacja tego systemu, częste są przypadki, że odprzęgi opuszczając ostatnią pozycję hamowania mają niedostateczny zapas energii kinetycznej na dojechanie do wagonów stojących już bez przerw na torach kierunkowych. Powstające przerwy między wagonami na torach kierunkowych można zlikwidować przez zastosowanie tradycyjnego sposobu dopychania wagonów (np. po rozrządzeniu kilku pociągów). Powoduje to przerwy w ciągłości rozrządzania składów pociągowych na górce rozrządowej oraz zmniejszenie wydajności tego rejonu stacji.

Obie koncepcje regulowania prędkości ruchu odprzęgów w strefie podziałowej i na torach kierunkowych są rozwiązaniami o najwyższym poziomie technicznym, które trzeba brać pod uwagę w rozważaniach nad automatyzacją pracy manewrowej na stacjach rozrządowych. O wyborze jednej z nich powinien decydować cel, jaki jest stawiany przez automatyzację pracy manewrowej na stacji. Jeśli automatyzacja pracy stacji jest konieczna ze względu na brak siły roboczej, a nie ze względu na przystosowanie stacji do osiągania dużej wydajności, wówczas celowe jest stosowanie systemu wymagającego mniejszych kosztów inwestycyjnych, a więc systemu zmiennej prędkości wyjazdu odprzęgów z ostatniej pozycji hamowania. Jeśli stacja musi być przystosowana do osiągania dużej wydajności, należy stosować system ze stałą prędkością wyjazdu odprzęgów z ostatniej pozycji hamowania, a więc systemu droższego.

10.4.5. Dalszy rozwój systemów automatyzacji pracy stacji rozrządowych

W ostatnich latach zakres stosowania sprzętu teleinformatycznego do kierowania pracą stacji rozrządowych ciągle rozszerza się. Przedstawione przykładowe rozwiązania na stacjach Seelze oraz Bordeaux-Hourcade są pierwszym etapem prac zmierzających do zautomatyzowania procesu kierowania pracą stacji rozrządowych. Szczególnie zaawansowane są prace na stacji Seelze, na której w ramach rozbudowy systemu informatycznego zamierza się określać i prezentować dyspozytorowi:

— liczbę wagonów na każdej grupie torów na stacji,
— numeryczne wykazy wagonów znajdujących się w danej chwili na każdym torze stacji,

— mierniki pracy stacji,
— prognozy w zakresie przewidywanego obciążenia wagonami poszczególnych relacji z odjazdu pociągu itp.

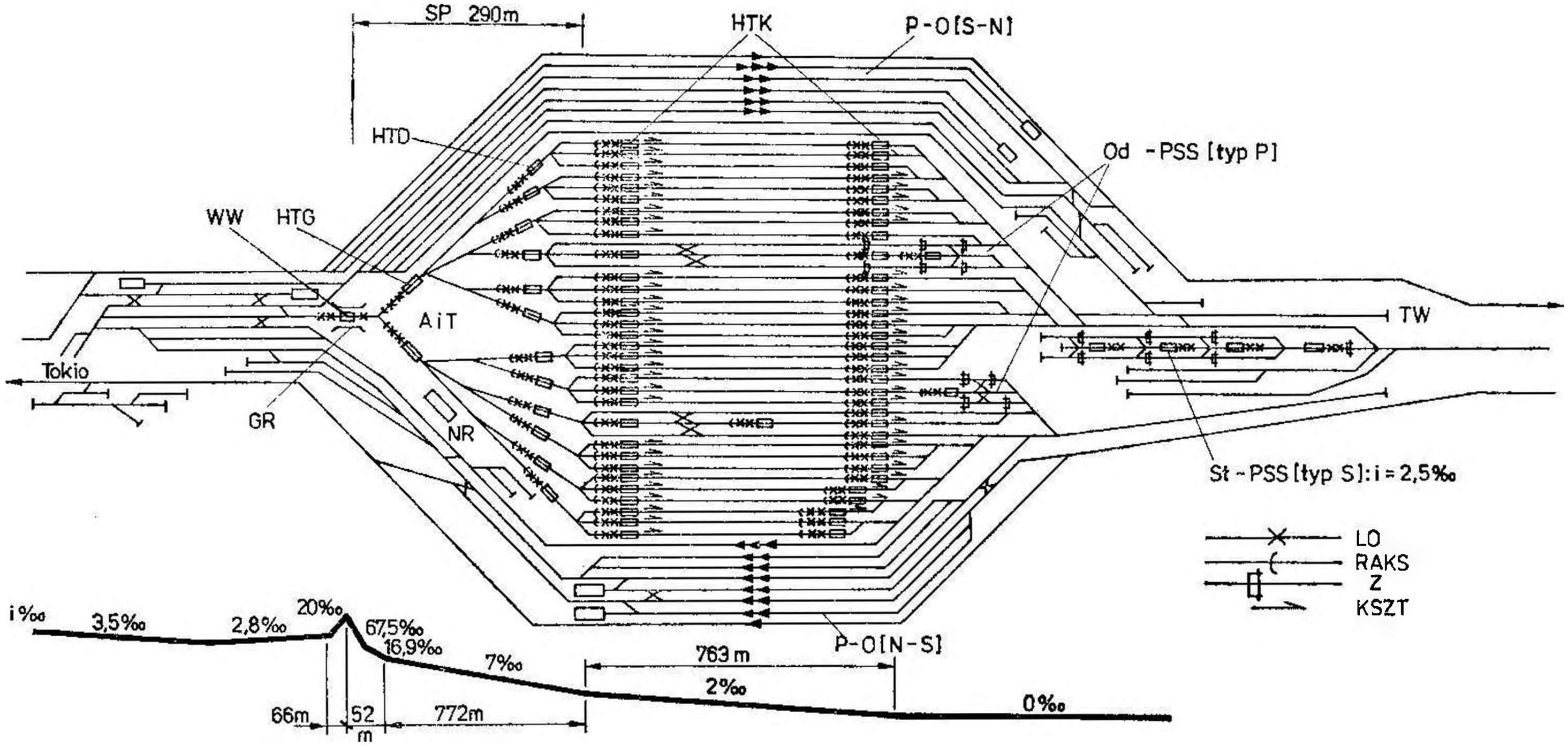
Ponadto zamierza się przekazać systemowi informatycznemu automatyczne sporządzanie dokumentacji, jak: wykaz wagonów w składzie wyprawianego pociągu ze stacji, karty próby hamulców zespolonych, automatyczne protokołowanie ważniejszych zadań stacji.

Realizacja tych zadań wymaga przyłączenie do systemu przez urządzenia sprzężające całego szeregu czujników, w jakie zamierza się wyposażyć końcówki toru stacyjnego oraz kilku terminali, umożliwiających wprowadzenie meldunków do systemu informatycznego, jak również wyprowadzenie wyników. Jednym z takich terminali jest przenośna klawiatura cyfrowa z urządzeniem radiowym służącym do zdalnego wprowadzania danych bezpośrednio do komputerów oraz akustycznego wyprowadzenia informacji przekazywanych przez komputer.

Sterowanie procesu wykonywania pracy manewrowej

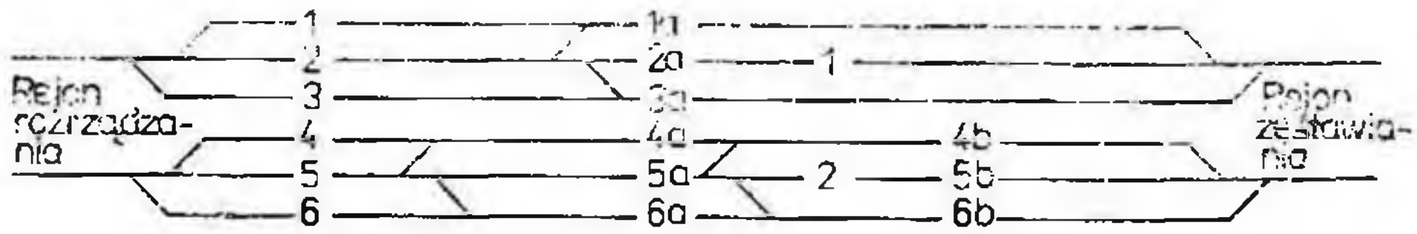
Dotychczasowe wysiłki w celu automatyzacji pracy manewrowej na stacjach rozrządowych były skoncentrowane wyłącznie na procesie rozrządzania. Można dziś stwierdzić, że automatyzacja tego procesu została przeprowadzona w wielu zarządach kolejowych. Obecnie dąży się do zbadania możliwości automatyzacji procesu zestawiania pociągów. Przykładem może być projekt automatyzacji pracy manewrowej na stacji Maschen. Przez odpowiednią rozbudowę układu torowego rejonu zestawiania oraz jego techniczne wyposażenie próbowano tak powiązać proces rozrządzania i proces zestawiania, aby w trakcie rozrządzania były zestawiane pociągi niezależnie od ich rodzaju. Wymagało to specjalnej konstrukcji układu torowego grupy kierunkowej, który umożliwiłby takie prowadzenie wagonu w rejonie torów kierunkowych, aby wagon trafił na określony tor kierunkowy, we właściwe miejsce ustawienia w pociągu.

Na stacji Maschen problem ten starano się rozwiązać metodą japońską (jak na stacji rozrządowej Koriyama — rys. 10.37), znaną pod nazwą system ości rybiej (rys. 10.38). W metodzie tej tory kierunkowe są łączone w trzytorowe wiązki, wyposażone w połączenia zwrotnicowe. W zależności od zadań przewidzianych do wykonywania każda wiązka może mieć zróżnicowaną liczbę połączeń zwrotnicowych. Tor środkowy każdej wiązki jest torem komunikacyjnym, z wyjątkiem ostatniej jego części. Na rysunku 10.39 wiązka *1* jest przystosowana do zestawiania dwóch pociągów dwugrupowych oraz jednego krótkiego pociągu jednogrupowego, natomiast wiązka *2* — do zestawiania dwóch pociągów trzygrupowych oraz jednego krótkiego pociągu jednogrupowego. Praktycznie na każdym odcinku toru kierunkowego zawartego między połączeniami zwrotnicowymi można gromadzić jedną grupę relacyjną. Doprowadzenie wagonów na określony odcinek toru kierunkowego, np. na tor *4b*, wymaga przemieszczenia wagonu po torach *5* i *5a*, a następnie poprzez połączenie zwrotnicowe wprowadzenia go na tor *4b*. Pojawia się tu dodatkowy problem nastawiania zwrotnic w połączeniach zwrotnicowych wymuszonego przemieszczania wagonów na każdym z odcinków torów oraz hamowania wagonów na końcu każdego odcinka. Do nastawiania zwrotnic w tym



10.38. Układ torowy systemu rozrządowego stacji rozrządowej Koriyama (Japonia)

AiT — anemometr i termometr, *GR* — górka rozrządowa, *HTD* — hamulec torowy dolny, *HTG* — hamulec torowy górny, *HTK* — hamulec torowy kierunkowy, *KSZT* — kontrola stanu zapełnienia toru, *LO* — licznik osi, *P—O* (*N—S*) — grupa torów przyjazdowo-odjazdowych kierunku *N—S*, *P—O*, (*S—N*) — grupa torów przyjazdowo-odjazdowych kierunku *S—N*, *RAKS* — radarowa antena kontroli prędkości odprzęgu, *SP* — strefa podziałowa wagonów, *TW* — tor wyciągowy, *WW* — waga wagonowa, *Z* — zatrzymywacz, *ST—PSS* (typ S) — grupa stacyjna torów — pojedynczy system sortowniczy, *Od—PSS* (typ D) — grupy odstawcze — podwójny system sortowniczy, *NR* — nastawnia rozrządowa



10.39. Schemat połączeń torów kierunkowych według systemu ości rybnej

rejonie zamierza się wykorzystać znane sposoby komputerowego nastawiania dróg przebiegów, stosowane dziś przy automatyzacji procesu rozrządzania, natomiast do wymuszonego przemieszczania odprzęgów z odcinka na odcinek — urządzenia przemieszczające.

Nie opracowano jeszcze urządzeń wyhamowujących wagony na końcu każdego odcinka. Jedno jest dziś pewne — stosowane powszechnie płozy nie mogą być wykorzystane w tym rozwiązaniu ze względu na bezpieczeństwo. Najlepszym sprzętem służącym do tego celu wydają się być specjalnej konstrukcji hamulce torowe „Abschlussbremse TA-36" wyprodukowane przez Hutę Thyssena w Duisburgu. Obecnie przechodzą one przez cykl badań eksploatacyjnych na DB. Składają się z: dwóch belek przenoszących siłę hamowania, cięgła nastawczego, napędu cięgła oraz konstrukcji nośnej i mocującej. Belki hamulca są ułożone wewnątrz toru i oddziałują jednostronnie na koła w procesie hamowania. Ta jednostronność hamowania sprawia, że hamulce działają niezależnie od ciężaru hamowanego. W położeniu zasadniczym hamulce są przygotowane do wykonania pracy hamowania. W przypadku potrzeby przemieszczania zahamowanych na hamulcu wagonów na inny tor, np. na grupę odjazdową, należy przed rozpoczęciem zamierzonego manewru zluzować hamulec. Do tego celu służy silnik elektryczny napędu zwrotnicowego, który wprawia w ruch cięgło nastawcze ułożone na całej długości hamulca na osi toru.

Przesuw cięgła podczas ruchu luzującego oddziałuje na elementy przenoszące siłę hamowania w ten sposób, aby obie belki zostały odsunięte od toków szynowych. Podczas tego procesu między szyną toru oraz belkami hamulca na jego całej długości powstaje większa szczelina, umożliwiająca swobodne toczenie się kół wagonów. Wprowadzenie hamulca w położenie gotowości do pracy wymaga uruchomienia, za pomocą silnika, cięgła nastawczego w przeciwnym kierunku do ruchu luzowania.

Według opinii fachowców działanie tego hamulca można w prosty sposób zautomatyzować. Wersja prototypowa miała długość użyteczną 10 m i ciężar 54 kN. Maksymalna siła nacisku belek hamulca wynosi 70 kN, natomiast praca hamowania równa jest 50 kNm dla każdej hamowanej osi.

Koleje francuskie preferują ruchomy automatyczny hamulec torowy, przeznaczony do hamowania docelowego na torach kierunkowych. Hamulec ten jest pojazdem (wózkiem) samobieżnym, który oddziałuje opóźniająco na prędkość znajdującej się na nim osi wagonu. Pojazd ten porusza się w prześwicie toru, wykorzystując własny napęd 4 silników prądu stałego o napięciu 48 V oraz mocy 2 kW. Podstawowymi elementami tego hamulca oprócz obudowy (korpusu) napędu i kół tocznych są:

— ruchome ramiona odbojowe służące do uruchamiania pojazdu, liczenia osi oraz uruchamiania wysuwu ramienia rolkowego,

— ramiona rolkowe, które wspólnie z ramionami odbojowymi unieruchamiają zestaw kołowy pojazdu samobieżnego,
— szczęki hamulcowe, które obejmując toki szynowe toru (poprzez tarcie mechaniczne) wyhamowują pojazd samobieżny do prędkości 1,5 m/s (prędkość regulowana).

Jeśli pojazd samobieżny osiąga prędkość 1,5 m/s, to automatycznie wyluzowuje się szczęki hamulcowe oraz opuszcza ramiona rolkowe. Pojazd samobieżny zmienia kierunek ruchu, wracając do położenia wyjściowego, natomiast odprzęg przetacza się z prędkością bezpieczną 1,5 m/s do wagonów stojących na torach kierunkowych. W czasie powrotu wózka za pomocą ramienia odbojowego są liczone osie fizyczne w odprzęgu, w celu określenia stopnia zajętości torów kierunkowych. Prędkość, przy której odprzęg opuszcza wózek hamujący, może być dowolnie regulowana.

Innym problemem, którego rozwiązaniu poświęca się wiele czasu, jest automatyczne regulowanie prędkości ruchu lokomotywy rozrządzającej. Stosowane obecnie na stacji Seelze oraz Bordeaux-Hourcade zdalne sterowanie, mimo wielu zalet, nie stwarza warunków do pełnego wykorzystania możliwości, jakie pojawiają się podczas rozrządzania odprzęgów o zróżnicowanych długościach i korzystnym miejscu rozdzielania się wspólnych dróg staczania odprzęgów w strefie podziałowej. Z tego też względu SNCF oraz DB podjęły pracę w celu opracowania metody umożliwiającej ustalenie optymalnej prędkości początkowej dla każdego odprzęgu i automatyczne przekazywanie jej na lokomotywę. W metodzie tej zamierza się wykorzystać komputerowe określanie prędkości początkowej, wychodząc z zasad dynamiki staczania oraz możliwości realizacji przyspieszeń i opóźnień składu na określonym profilu torowym grupy przyjazdowej oraz strefy nasuwania.

10.5. Zastosowanie mikrokomputera do projektowania zautomatyzowanych stacji rozrządowych

10.5.1. Wstęp

Stacja rozrządowa przeznaczona do automatyzacji musi mieć odpowiedni układ torów i rozjazdów w głowicy od strony górki. Prawidłowo zaprojektowana stocznia rozrządowa górki, aby mogła właściwie spełniać swoje zadania, powinna mieć:
— jasny i przejrzysty układ torów i rozjazdów,
— właściwe długości odcinków izolowanych przy każdym rozjeździe,
— prawidłową odległość pierwszej zwrotnicy podziałowej od grzbietu górki,
— dostateczną długość odcinka prostej przed hamulcem dla umieszczenia rozjazdów,
— prawidłową odległość ostatniej zwrotnicy od hamulca odstępowego.

Jak widać, zaprojektowanie takiego układu torowego nie jest proste. W tym zakresie praktyka projektowa ma możliwości spożytkowania nowych sposobów, związanych głównie z komputerowym wspomaganiem prac inżynierskich.

Autor opracował program, ułatwiający projektowanie zautomatyzowanych górek rozrządowych. Przy projektowaniu górki posługujemy się obliczeniami kinetycznymi

wykonanymi za pomocą mikrokomputera. W tym celu zakłada się plan i profil typowy. Istniejący program obliczeń umożliwia zmianę tego planu i profilu i uzyskanie planu oraz profilu optymalnego.

10.5.2. Wprowadzenie danych

Dane do programu obliczeń kinetycznych górki rozrządowej obejmują następujące grupy:

— dane o profilu stoczni: liczba funkcji pochylenia, odcięte początków kolejnych funkcji pochylenia oraz kolejne funkcje pochylenia, wyrażające zależność pochylenia toru staczania odprzęgu od odciętej drogi staczania,
— dane o łukach poziomych: liczba łuków poziomych, odcięte początków, długości i promienia zaokrągleń kolejnych łuków poziomych,
— dane o rozjazdach: liczba rozjazdów, odcięte początków, długości oraz promienie łuków kolejnych rozjazdów (przy jeździe na wprost $R = 0$),
— dane o hamulcach: liczba hamulców, maksymalne jednostkowe siły hamowania, odcięte początków, długości użyteczne kolejnych hamulców torowych oraz założone prędkości wyjścia odprzęgu z kolejnych hamulców,
— dane o odprzęgu: liczba wagonów w odprzęgu, długości ze zderzakami, ciężary i jednostkowe opory toczenia kolejnych wagonów, rozstaw skrajnych osi odprzęgu, rozstaw skrajnych osi pierwszego wagonu, suma rozstawów osi o sztywnych połączeniach, liczba sztywnych połączeń osi, sumaryczny ciężar zestawów kołowych, powierzchnia czołowa odprzęgu,
— dane o punktach obliczeniowych: liczba punktów obliczeniowych, odcięta kolejnych punktów obliczeniowych,
— dane o wietrze: liczba odciętych drogi dla danych o wietrze, kolejne odcięte drogi, prędkości wiatru i wartości współczynnika oporu aerodynamicznego w tych odciętych,
— dane dodatkowe, odcięta punktu startowego, odcięta granicznego punktu obliczeniowego, prędkość początkowa odprzęgu, dane mówiące o tym, czy ma być wyznaczony punkt zrywu, dokładność obliczeń.

10.5.3. Główne założenia programu

Zależność pomiędzy drogą, prędkością a czasem swobodnie toczącego się odprzęgu można przedstawić za pomocą równania różniczkowego w postaci:

$$\frac{\mathrm{d}^2L}{\mathrm{d}t^2} = 10^{-3}\, g' \left[S(L) - w_{to} - w_p\left(v_w, \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t}\right) - H\left(L, \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t}\right)\right] \tag{10.17}$$

L — odcięte drogi staczania,
t — czas,
g' — zmodyfikowane przyspieszenie ziemskie,
$S(L)$ — funkcja opisująca siły pochylenia, opory łuków i rozjazdów,
w_{to} — opory własne toczenia się odprzęgu,

v_w — prędkość wiatru,

$w_p\left(v_w, \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t}\right)$ — funkcja opisująca opór powietrza,

$H\left(L, \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t}\right)$ — funkcja opisująca siły hamowania.

Zakładając, że na odcinku obliczeniowym siły działające na odprzęg mają wartości stałe (średnie), czyli że na tym odcinku odprzęg porusza się ruchem jednostajnie zmiennym, można zapisać równanie (10.17) w postaci

$$\frac{\mathrm{d}^2L}{\mathrm{d}t^2} = 10^{-3} \cdot g' \sum S_{sl} \tag{10.18}$$

gdzie:

$\sum S_{sl}$ — przedstawia średnią wartość sił działających na odprzęg na odcinku obliczeniowym długości $\mathrm{d}L$.

Korzystając z równania energii kinetycznej odprzęgu

$$h(11+\mathrm{d}l) = h(11)+S_{sl}\,\mathrm{d}l \tag{10.19}$$

gdzie:

$h(11)$ — wartość energii kinetycznej odprzęgu w odciętej drogi 11,

$h(11+\mathrm{d}l)$ — wartość energii kinetycznej odprzęgu w odciętej $11+\mathrm{d}l$ oraz znając prędkość odprzęgu p w odciętej 11 można wyznaczyć prędkość w odciętej $11+\mathrm{d}l$ (czyli po przejechaniu odcinka $\mathrm{d}l$) ze wzoru:

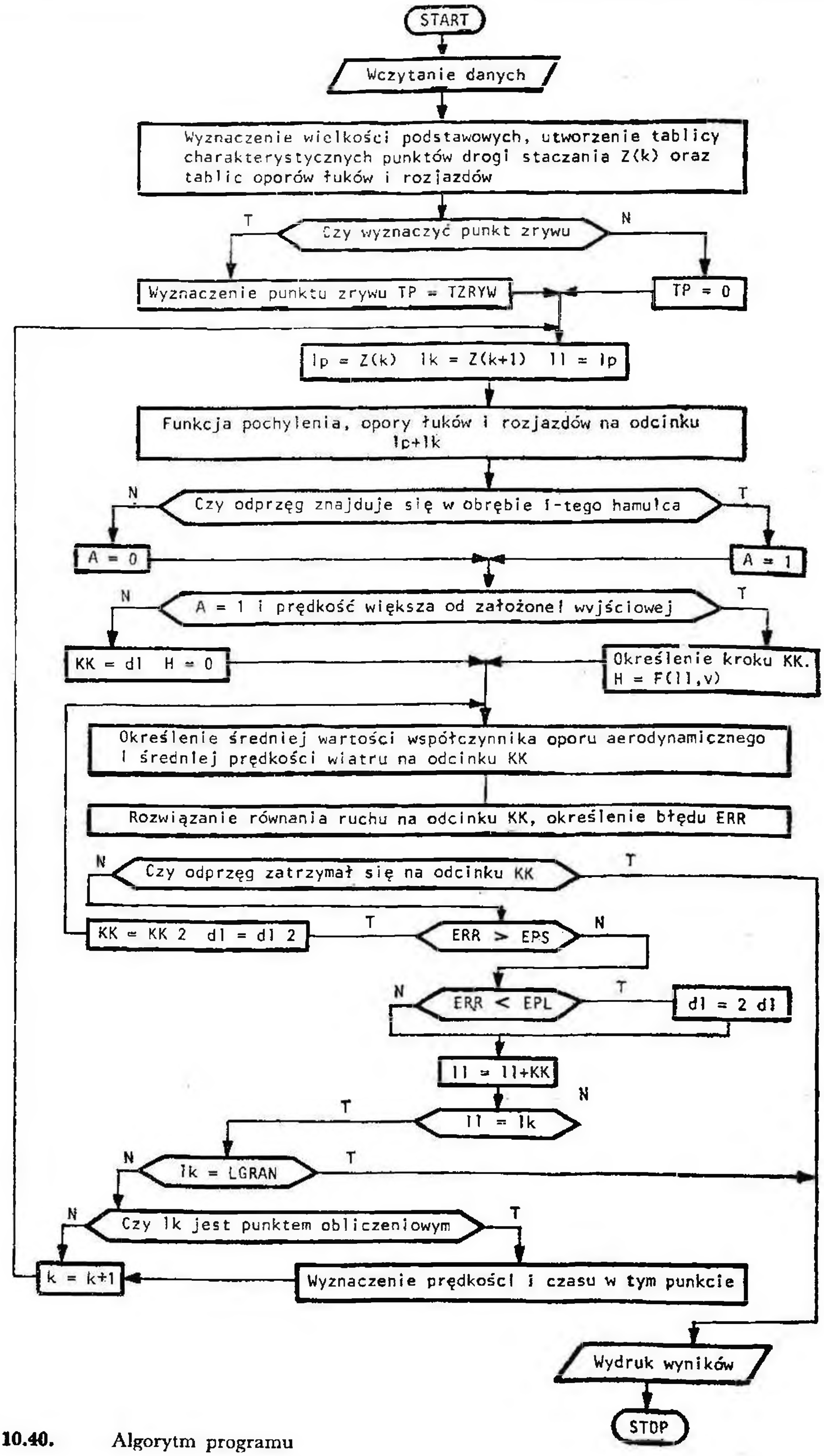
$$v_k = \sqrt{2g'h(11+\mathrm{d}l)} \tag{10.20}$$

Praktycznie jednak siły działające na odprzęg nie są stałe i dlatego, aby uzyskać odpowiednio dużą dokładność obliczeń należy tak dobierać długość odcinka $\mathrm{d}l$, by błąd popełniony w wyniku tych uproszczeń był dostatecznie mały. W tym celu w programie zastosowano automatyczną kontrolę popełnionego błędu kroku obliczeń, opartą na metodzie ekstrapolacji, a tym samym automatyczną zmianę długości kroku obliczeń, dążąc do tego, by błąd aproksymacji nie był większy od dopuszczalnego założonego.

Należy tu podkreślić, że ze względu na pewną specyfikę równania ruchu odprzęgu metoda ta ma pewne zalety w stosunku np. do metody RK4 stosowanej w niektórych programach, gdyż przy tej samej dokładności występuje zazwyczaj dłuższy krok obliczeń, a tym samym skraca się czas obliczeń. Poglądowy algorytm działania programu przedstawia rysunek 10.40.

Wielkości podstawowe. Na podstawie danych wejściowych są obliczane wartości wielkości podstawowych, do których należą: odległości środków ciężkości kolejnych wagonów od pierwszej osi odprzęgu, całkowity ciężar odprzęgu, zmodyfikowane przyspieszenie ziemskie.

Tablica drogi staczania zawiera charakterystyczne punkty drogi staczania odprzęgu dla pierwszej osi, do których należą między innymi: współrzędne załomów na wykresie oporów w funkcji drogi, odcięte w których następuje zmiana funkcji pochylenia, odcięte punktów obliczeniowych itp.



10.40. Algorytm programu

Tablice oporów łuków i rozjazdów

Tablice te są tworzone na podstawie danych dotyczących łuków i rozjazdów, leżących na drodze staczania odprzęgu. Wartość oporów od łuków wyznaczana jest na podstawie wzoru:

$$w_l = \frac{135 a_{wk}}{R(i)\, i_{lb}} + \frac{150}{R(i)} \tag{10.21}$$

gdzie:

a_{wk} — suma rozstawów osi o sztywnych połączeniach,

i_{lb} — liczba sztywnych połączeń osi,

$R(i)$ — promień zaokrąglenia i-tego łuku.

Opory rozjazdów są sumą oporów od uderzeń wywołanych przejazdem osi przez iglice i krzyżownice oraz oporów pochodzących od krzywizny łuku.

Wartość oporów wywołanych krzywizną łuku jest wyznaczana tak samo jak poprzednio, wynosi zero dla przypadku, w którym odprzęg przejeżdża rozjazd na wprost. Wartość oporów od uderzeń wylicza się ze wzoru:

$$w_r = \frac{20}{d_r(i)} \tag{10.22}$$

gdzie:

$d_r(i)$ oznacza długość i-tego rozjazdu.

Opory powietrza. Funkcja opisująca opór powietrza ma postać:

$$w_p\left(v_w, \frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}t}\right) = \frac{C_t F_o \left(\frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}t} + v_w\right)^2}{16GG} \tag{10.23}$$

gdzie:

C_t — wartość współczynnika oporu aerodynamicznego,

v_w — prędkość wiatru styczna do kierunku staczania odprzęgu,

F_o — powierzchnia czołowa odprzęgu,

GG — całkowita masa odprzęgu · przyspieszenie ziemskie.

W programie wyznacza się średnią wartość współczynnika aerodynamicznego oraz średnią prędkość wiatru na elementarnym odcinku obliczeniowym KK.

Siły hamowania. Począwszy od wjazdu pierwszej osi odprzęgu na dany hamulec torowy do zjazdu ostatniej badana jest chwilowa prędkość odprzęgu, stanowiąca kryterium tego, czy dany hamulec jest włączony czy nie. Tak więc odprzęg, którego ostatnia oś znajduje się w punkcie końcowym hamulca, ma prędkość równą żądanej prędkości wyjazdu z hamulca (oczywiście o ile to jest możliwe). Wartość siły hamowania działającej na odprzęg jest również zależna od tego, jaka część odprzęgu znajduje się w danej chwili w obrębie hamulca.

Siły pochylenia. Na podstawie danych funkcji pochylenia, będących zależnością pochylenia toru staczania odprzęgu od drogi, w każdym kroku obliczeń określa się

średnią wartość siły pochylenia działającej na każdy wagon odprzęgu i na tej podstawie wyznaczana średnia siła pochylenia działająca na odprzęg

$$i(L) = \frac{\sum w(i)\, G(i)}{GG} \tag{10.24}$$

gdzie:

$w(i)$ — wartość siły pochylenia działającej na i-ty wagon,

$G(i)$ — masa i-tego wagonu,

GG — całkowita masa odprzęgu · przyspieszenie ziemskie.

10.5.4. Możliwości programu i wydruk wyników

Program umożliwia prowadzenie obliczeń dla odprzęgów 1, 2 lub 3 wagonowych, stanowiących około 98% wszystkich odprzęgów rozrządzanych.

Przyjęto założenie, że można wprowadzać pochylenia toru, będące funkcjami drogi staczania odprzęgu po torach o pochyleniach zmiennych, w sposób ciągły wzdłuż drogi staczania, a co za tym idzie, wyboru ukształtowania profilu stoczni dla zapewnienia optymalnych warunków rozrządzania.

Praktycznie np. w strefie rozbiegowej zastąpienie stoczni o pochyleniu stałym krzywą cykloidalną daje, przy tych samych prędkościach napychania i dojazdu do pierwszej zwrotnicy podziałowej, krótszy czas przejazdu odprzęgu przez ten odcinek oraz zmniejszenie różnic w czasach przejazdu wagonu skrajnie lekkobieżnego i skrajnie ciężkobieżnego na tym odcinku, a co za tym idzie, zwiększenie maksymalnej teoretycznej wydajności górki rozrządowej.

Uwzględnienie zmian warunków aerodynamicznych wzdłuż drogi staczania odprzęgu daje możliwości analizy wpływu wiatru na symulowany proces staczania.

Program symuluje staczanie odprzęgu z górki rozrządowej od momentu, gdy pierwsza oś odprzęgu znajduje się w punkcie startowym.

Zależnie od potrzeb obliczeniowych można żądać wyznaczenia punktu zrywu lub nie. W przypadku gdy żądamy wyznaczenia punktu zrywu, symulowany jest ruch odprzęgu ze stałą prędkością początkową do momentu, w którym siły przyspieszające i opory ruchu zrównoważą się wzajemnie, a następnie symulowane jest już swobodnie staczanie odprzęgu. W takim przypadku na wydruku uzyskuje się informację o odległości punktu zrywu od punktu 0. W przeciwnym przypadku symulowane jest swobodne staczanie odprzęgu od momentu, gdy pierwsza oś odprzęgu znajduje się w punkcie startowym. Daje to możliwości symulowania procesu staczania odprzęgu niekoniecznie z wierzchołka górki, lecz od dowolnego punktu, leżącego na drodze staczania. Założenie to w pewnych przypadkach staje się pomocne, gdyż np. umożliwia wyznaczenie zależności między prędkością wyjścia z pierwszej pozycji hamowania, a prędkością wejścia w drugą pozycję hamowania, czy też prędkością wyjścia z ostatniej pozycji hamowania a punktem zatrzymania, bez konieczności symulowania procesu staczania od wierzchołka górki.

Obliczenia są prowadzone do momentu, w którym pierwsza oś odprzęgu dojedzie do granicznego punktu obliczeniowego (przy założeniu, że odprzęg nie zatrzyma się przed

WYNIKI

Pierwsza oś

droga [m]	prędkość [m/s]	czas [s]
71,4	1,73	14,96
85,65	3,58	20,57
97,59	4,66	23,45
110,55	5,12	26,07
147,25	5,49	33
178,67	5,83	38,55
209,4	3,53	44,86
232,3	3,38	51,23
264,24	3,08	61,42
314,4	2,51	79,06

Ostatnia oś

droga [m]	prędkość [m/s]	czas [s]
71,4	2,9	18,9
85,65	4,44	22,76
97,59	5,05	25,25
110,55	5,2	27,77
147,25	5,59	34,59
178,67	5,7	40,06
209,4	3,45	47,41
231,3	3,3	53,86
264,24	3,02	64,3
314,4	2,35	82,67

I — hamulec
Odprzęg hamowany

VNAH = 5,86	[m/s]
TNAH = 38,95	[s]
VWYH = 3,42	[m/s]
TWYH = 46,14	[s]

punkt zrywu

LZRYW = 65,48	[m]
TZRYW = 11,05	[s]

punkt zatrzymania

LUZO = 388,4	[m]
VUZO = 0	[m/s]
TUZO = 140,16	[s]

tym punktem) drukowana jest również prędkość odprzęgu i czas dojazdu do tego punktu. W przypadku gdy odprzęg zatrzyma się, uzyskujemy informację o odciętej punktu zatrzymania i czasie dojazdu do tego punktu.

Program drukuje prędkości i czasy w momentach, gdy pierwsza i ostatnia oś odprzęgu znajduje się w założonych punktach obliczeniowych.

W odniesieniu do hamulców program wyznacza prędkości i czasy najazdu pierwszej osi na dany hamulec oraz prędkości i czasy zjazdu osi ostatniej. W przypadku gdy z jakichś względów odprzęg nie będzie mógł być wyhamowany do założonej prędkości, bądź prędkość podczas przejazdu przez dany hamulec w żadnej chwili nie będzie większa od założonej prędkości wyjściowej, to zostanie podana rzeczywista prędkość wyjścia ostatniej osi danego hamulca.

Po uzyskaniu wyników możliwe jest przeprowadzenie zmian w dowolnie wybranych danych bez konieczności wprowadzenia od nowa wszystkich danych. Przykład wydruku przedstawia tablica 10–6.

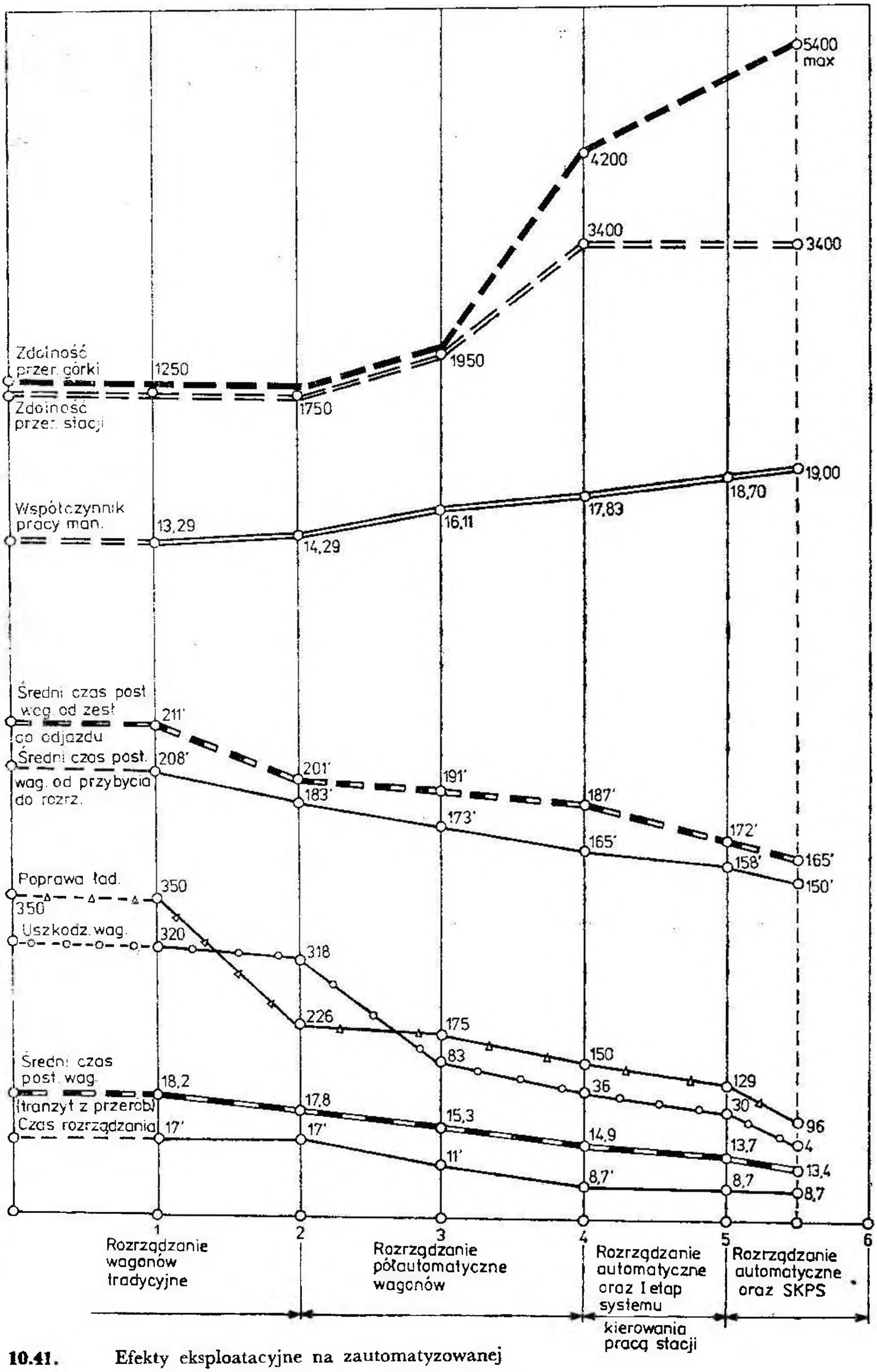
Wyniki obliczeń w zależności od potrzeb mogą być wyprowadzone na ekran lub na drukarkę.

Czas obliczeń programu dla drogi staczania wynoszącej ok. 1000 m, w zależności od liczby punktów obliczeniowych, hamulców, itp. wynosi od 5 do 15 minut.

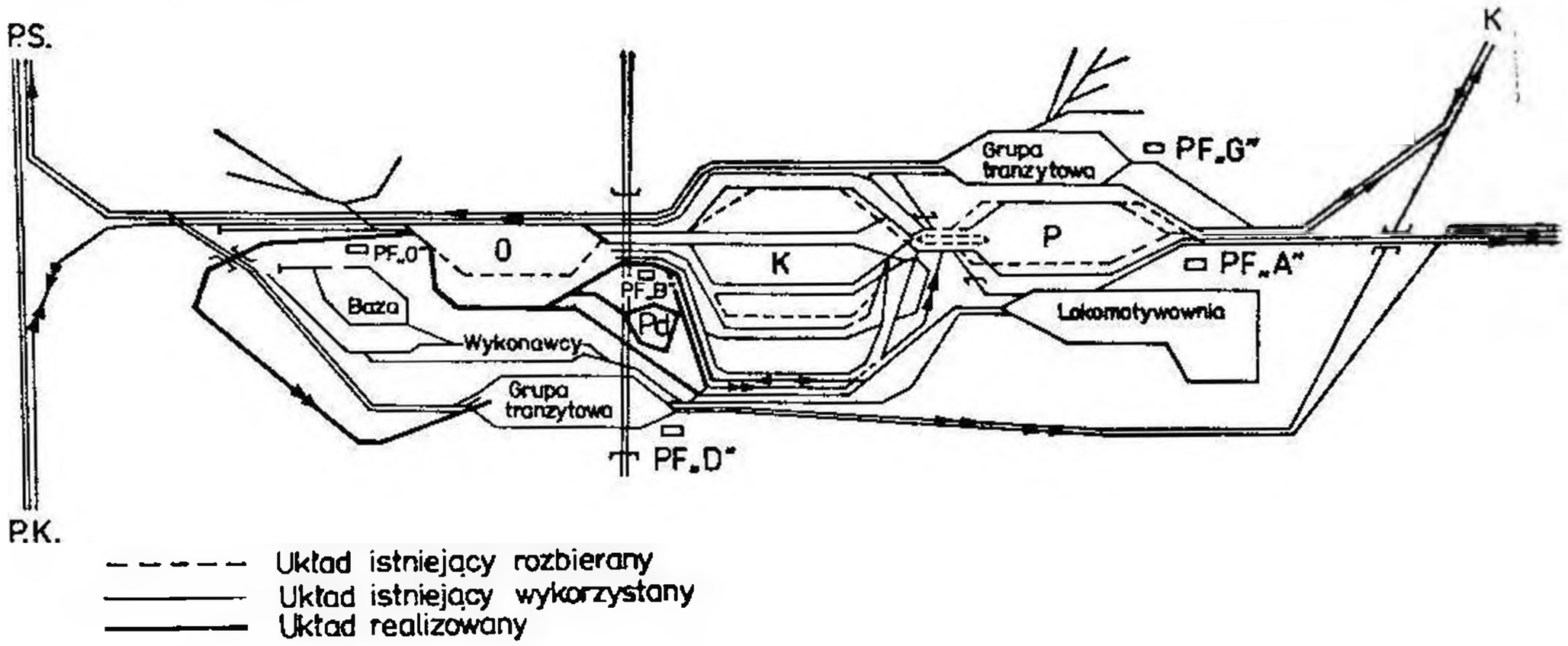
10.5.5. Zastosowanie programu

Przedstawiony program jest opracowany pod kątem potrzeb projektowych na mikrokomputer ZX-Spektrum oraz IMB PC w języku TURBO BASIC. Stanowi on narzędzie badań różnych układów rozrządowych o zróżnicowanym stopniu wyposażenia technicznego i automatyzacji regulowania prędkości ruchu rozrządzanych z górki odprzęgów wagonowych. Tak więc może być przydatny zarówno przy wyborze algorytmu sterowania hamulcami torowymi, jak również przy ocenie różnych wariantów rozmieszczenia poszczególnych elementów drogi staczania, czy różnych rozwiązań strefy podziałowej w planie i profilu.

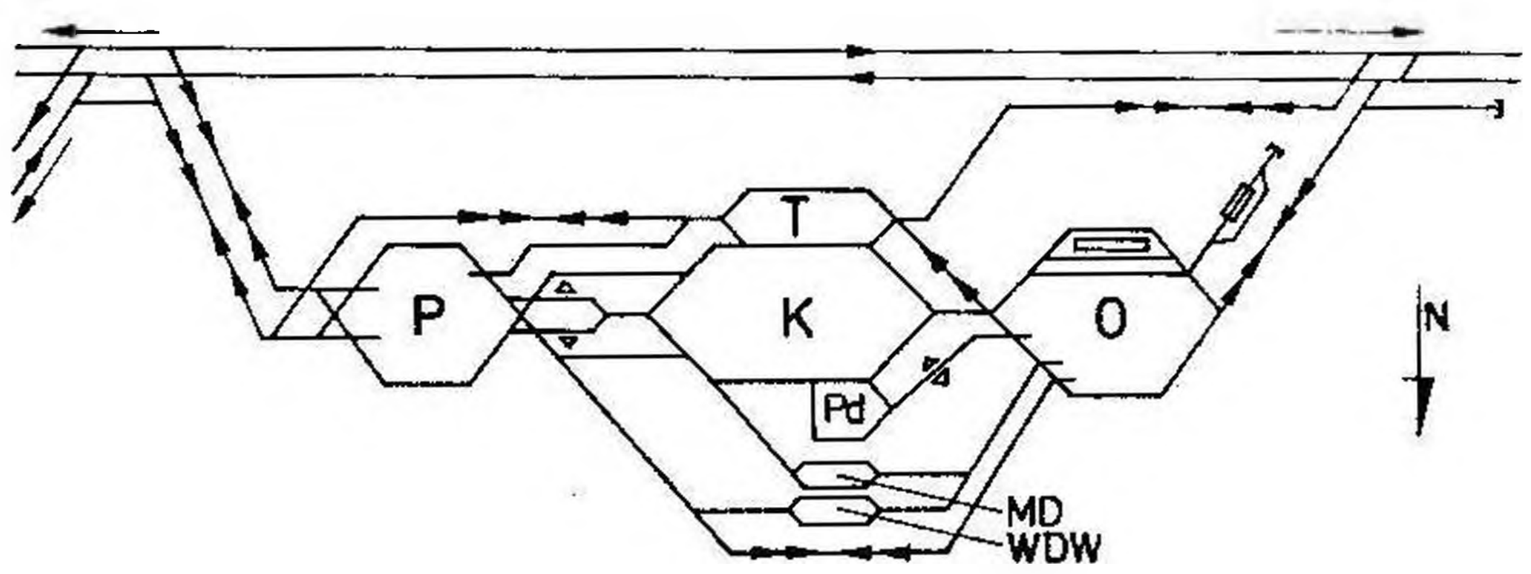
Efekty eksploatacyjne na zautomatyzowanej stacji rozrządowej przedstawia rysunek 10.41 [43], zaś schematy nowoczesnych stacji rozrządowych na PKP — rysunki 10.42 i 10.43 [48], a na świecie — rysunki 10.44–10.59.



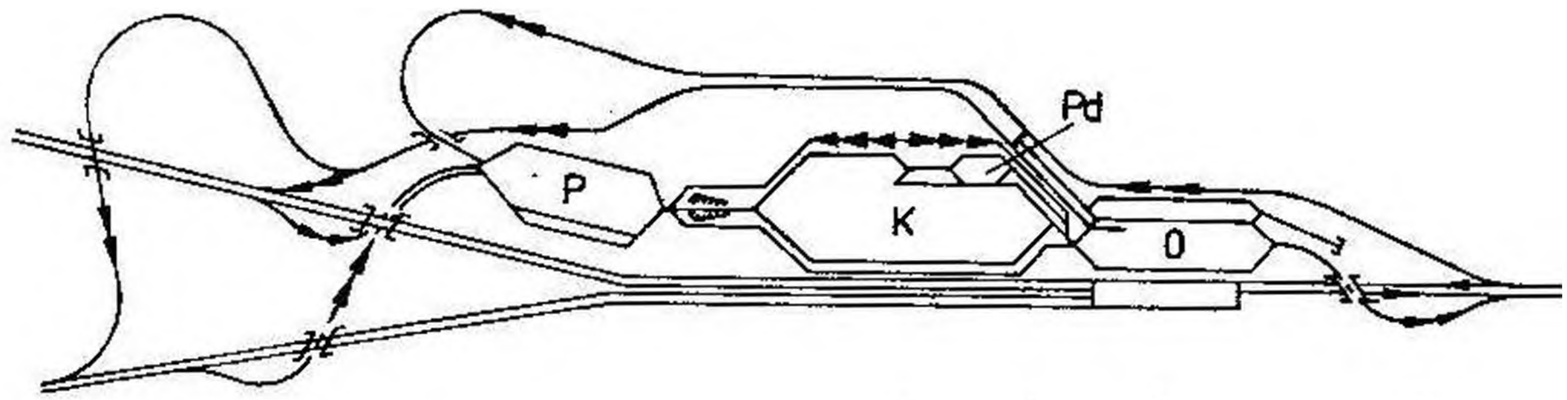
10.41. Efekty eksploatacyjne na zautomatyzowanej stacji rozrządowej [43]



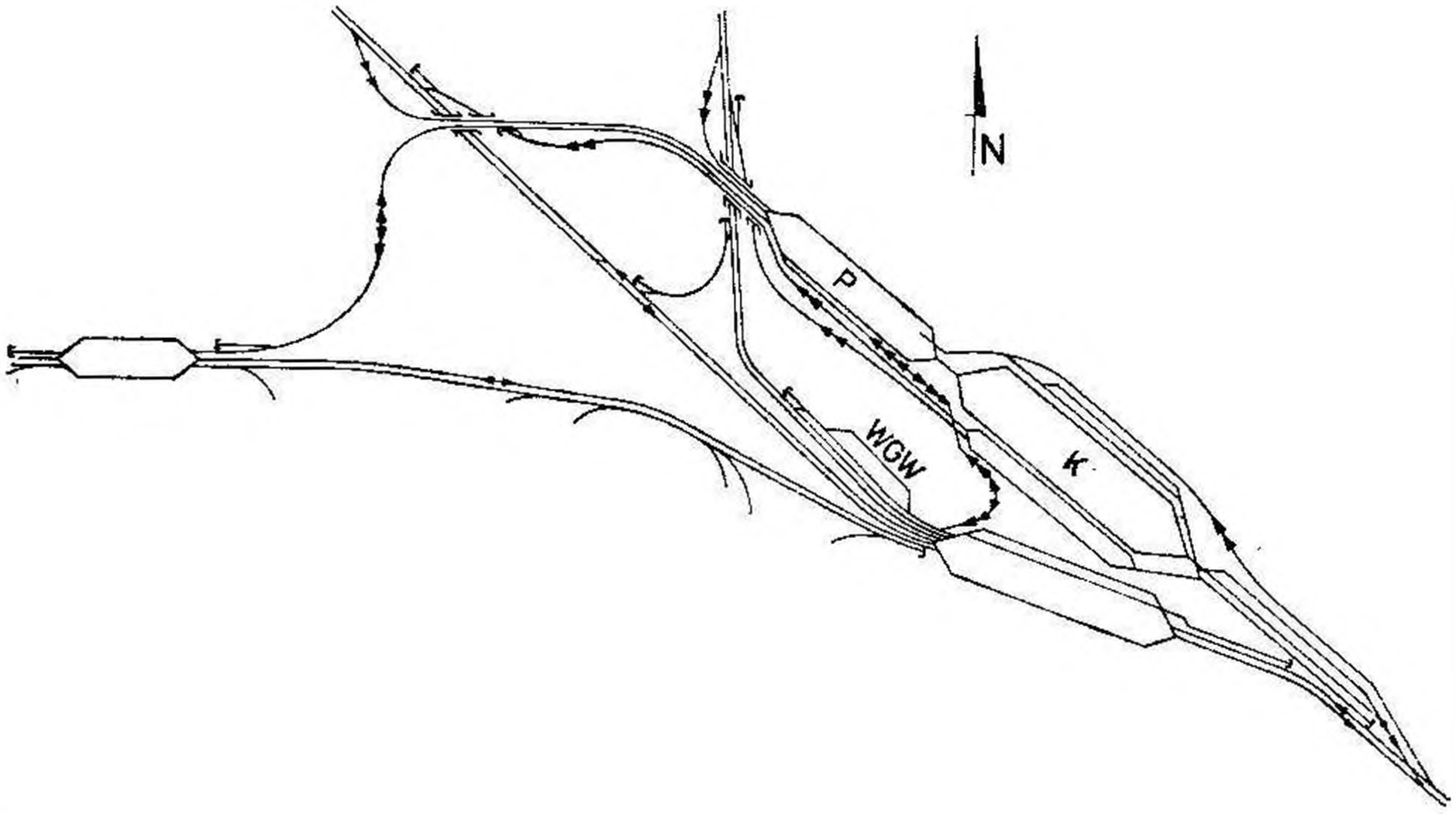
10.42. Stacja rozrządowa PF — schemat ideowy modernizacji [22]



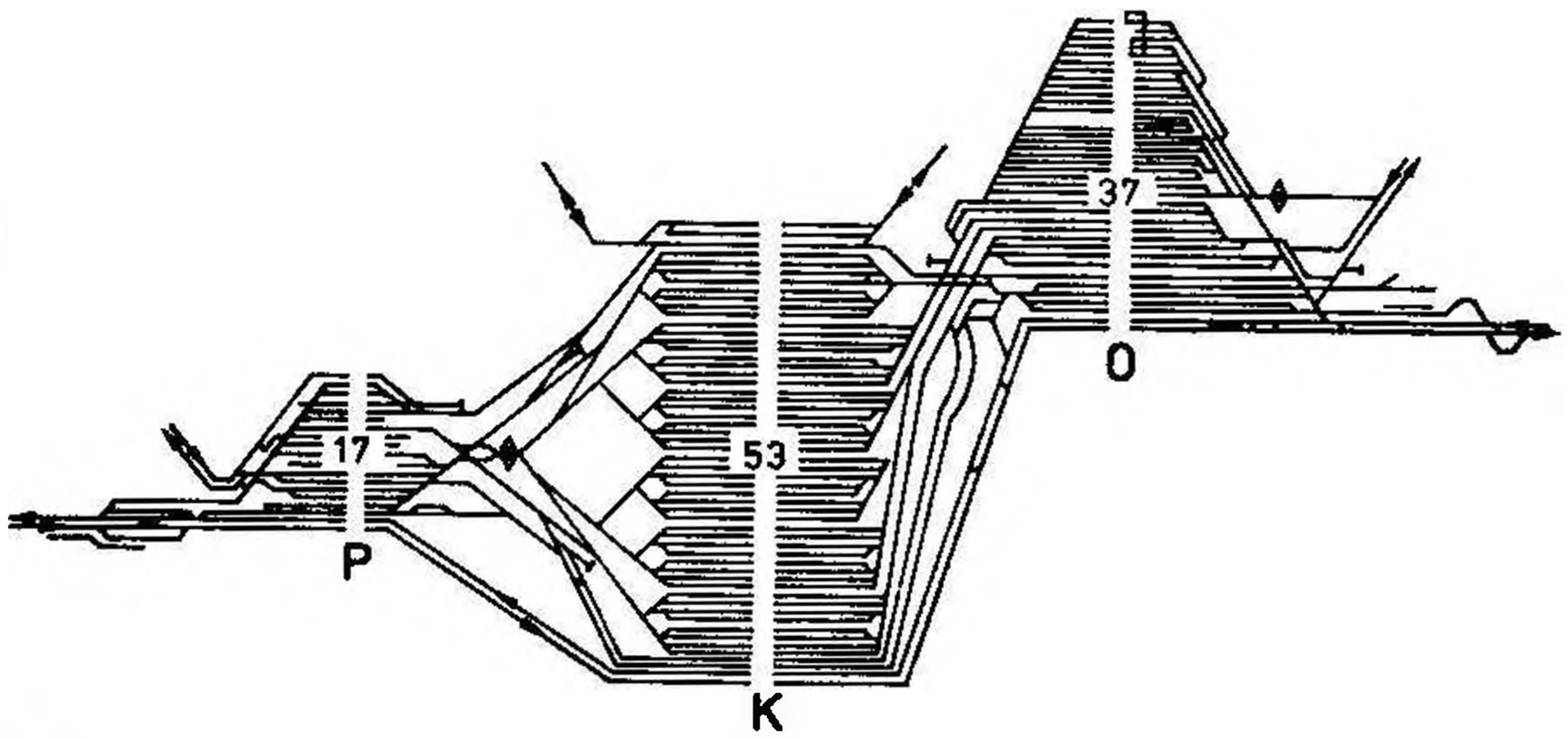
10.43. Stacja rozrządowa Zabrzeg-Czarnolesie [48]



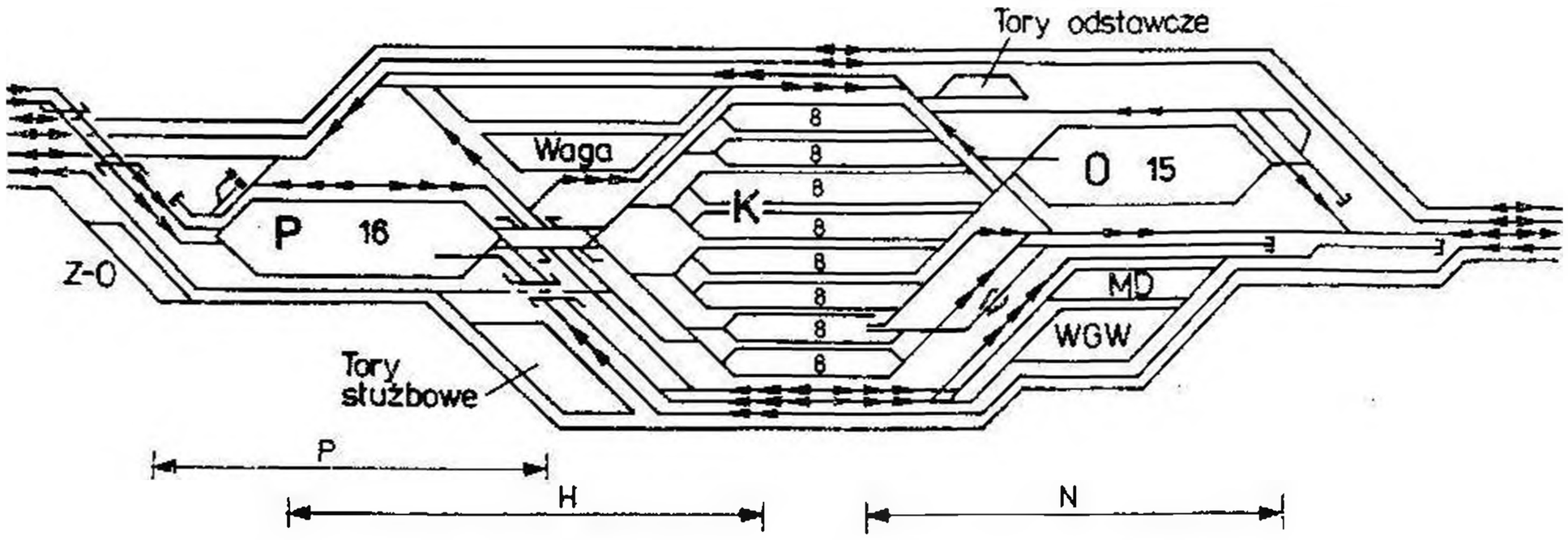
10.44. Stacja rozrządowa Ceská Třebová (ČSD)



10.45. Stacja rozrządowa Szolnok (MAV)

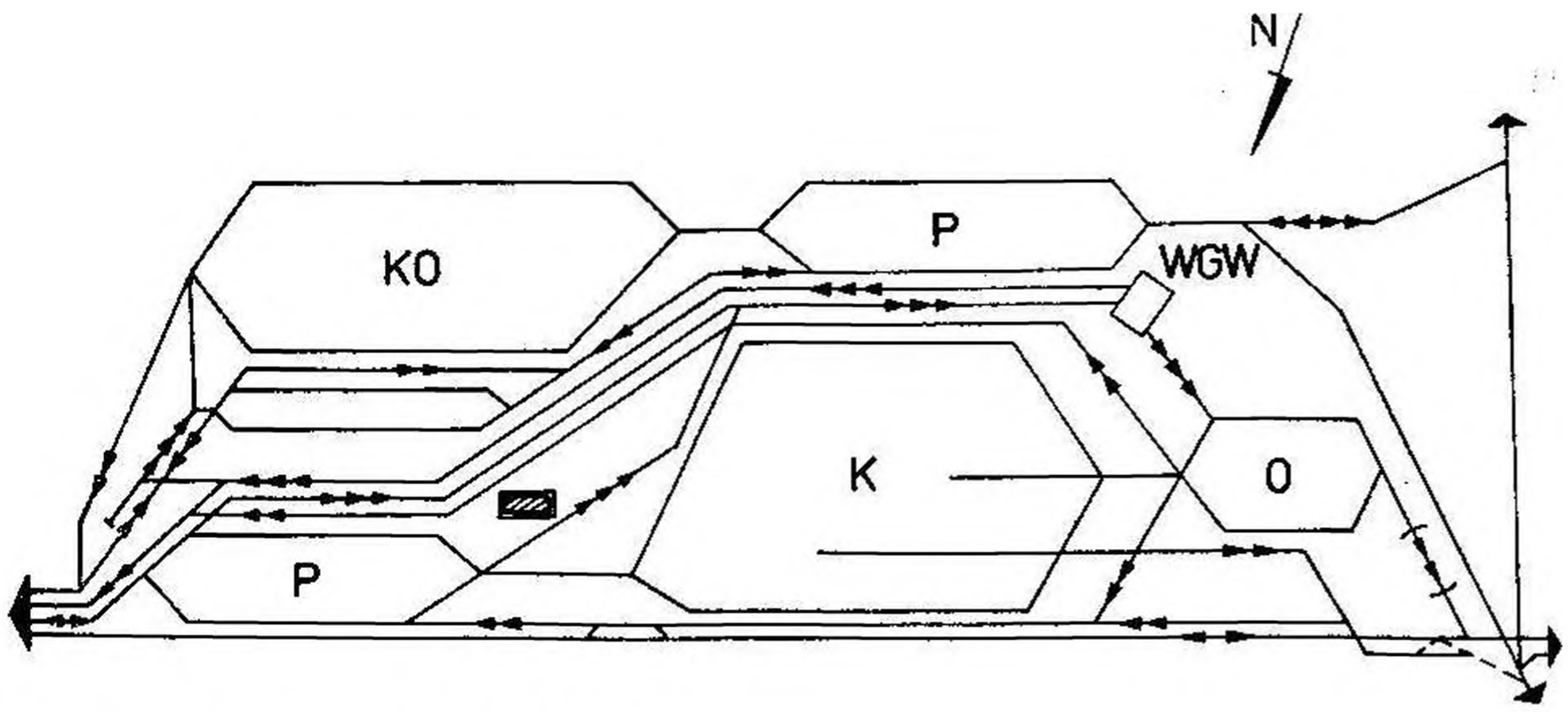


10.46. Stacja rozrządowa Wiedeń (ÖBB)

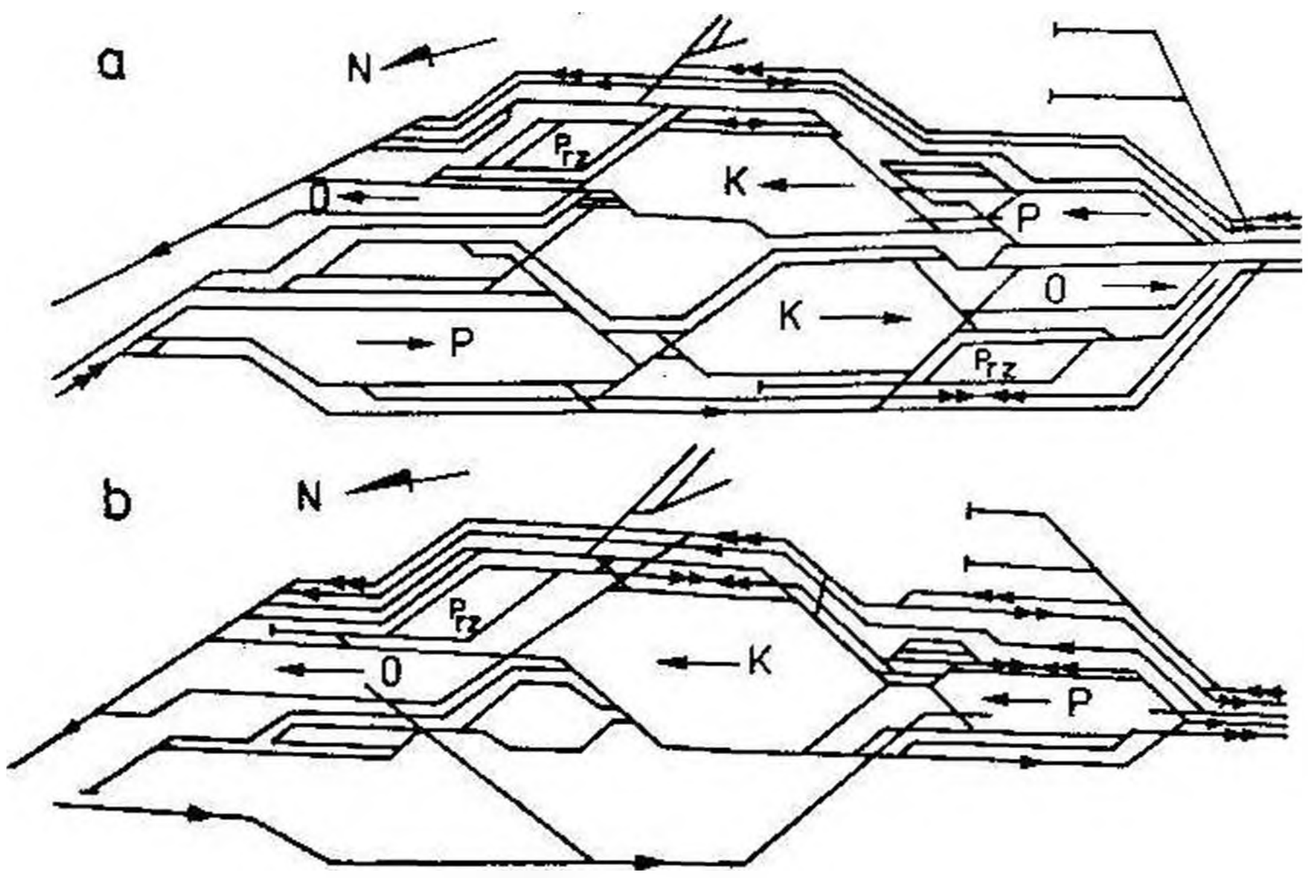


10.47. Dane charakterystyczne stacji rozrządowej Zürich-Limmattal (SBB)

Plan schematyczny torów: *N* — strefa przed i za pomocniczą górką rozrządową, *P* — cała strefa do górki rozrządowej głównej, *H* — siły pociągowe i hamowania,

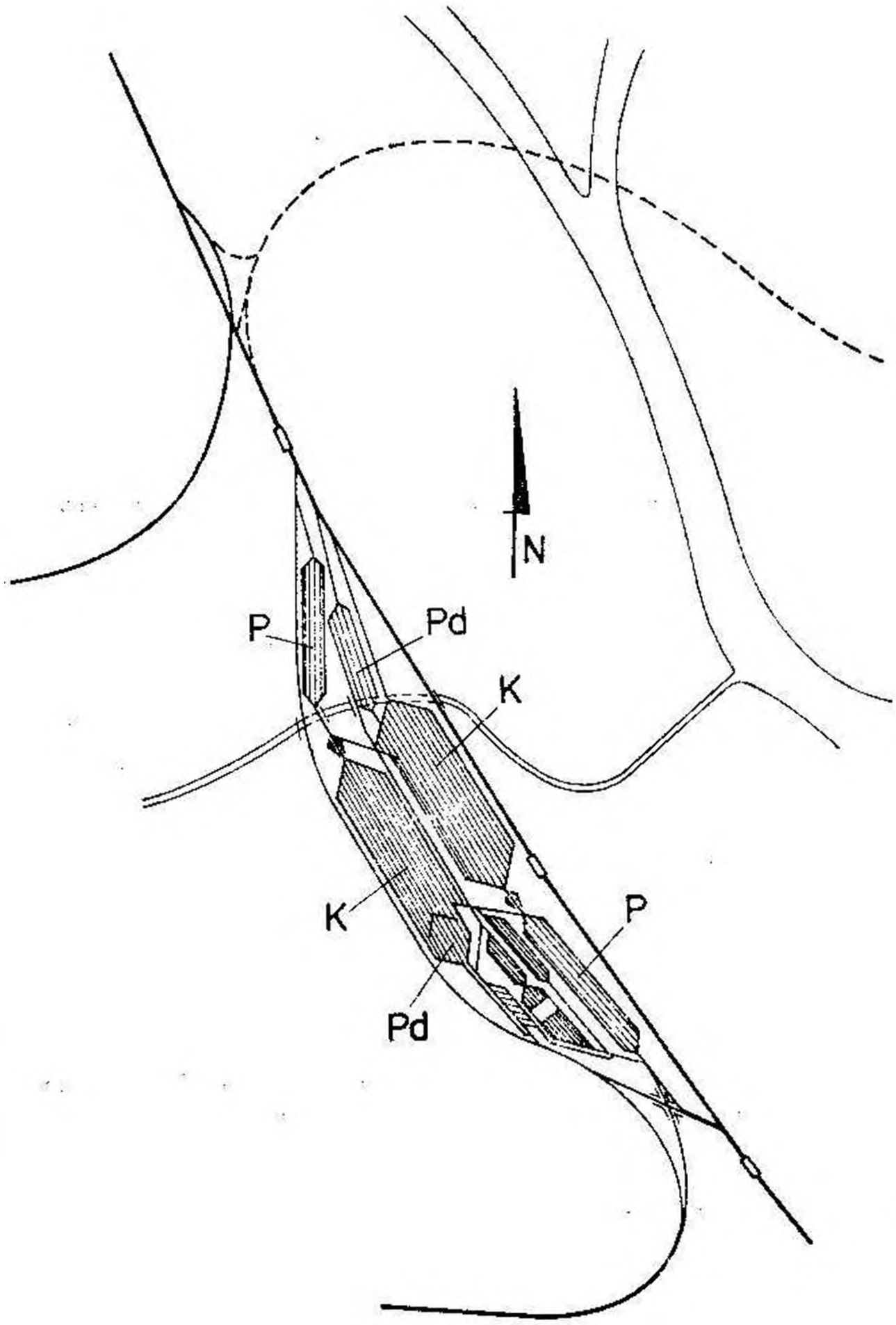


10.48. Stacja rozrządowa Seddin (DR)

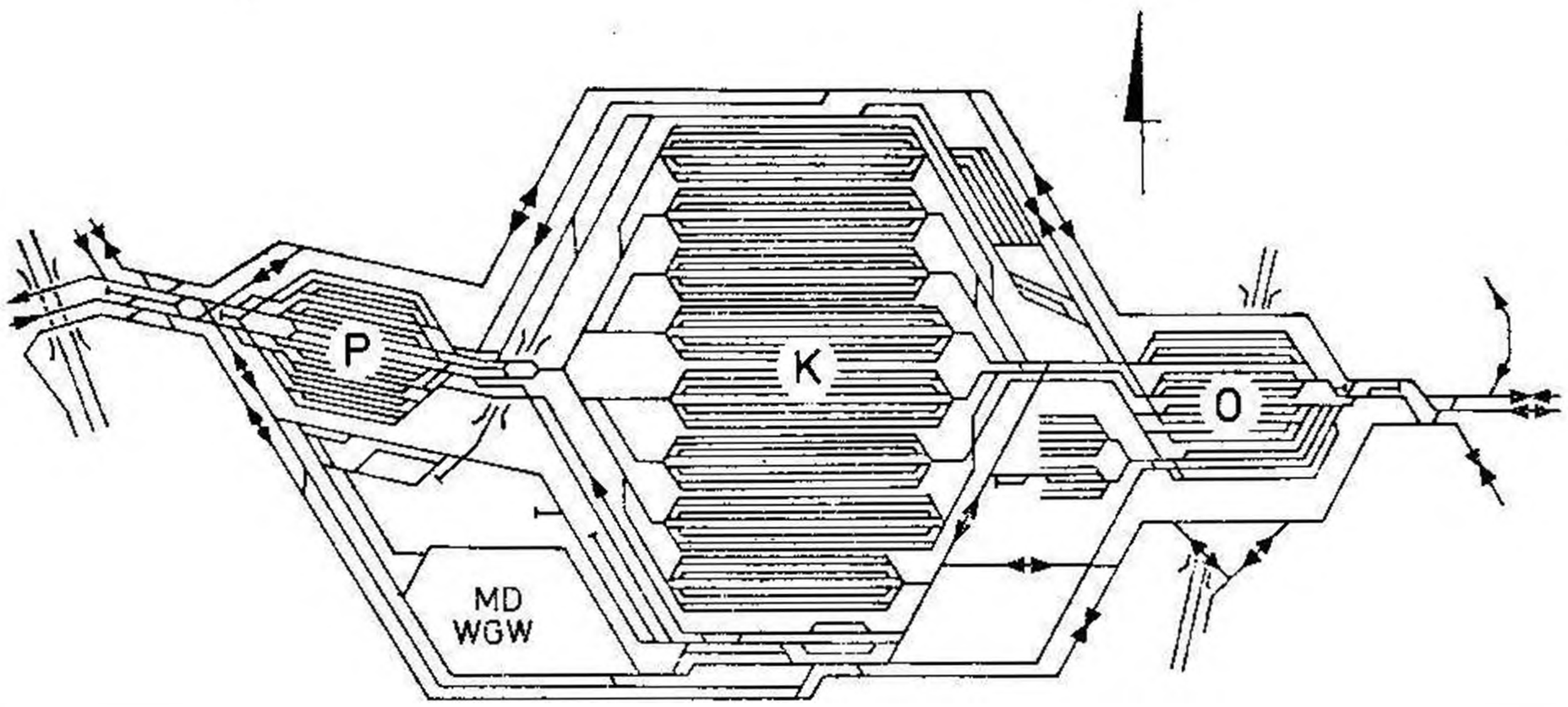


10.49
Stacja rozrządowa Offenburg (DB)

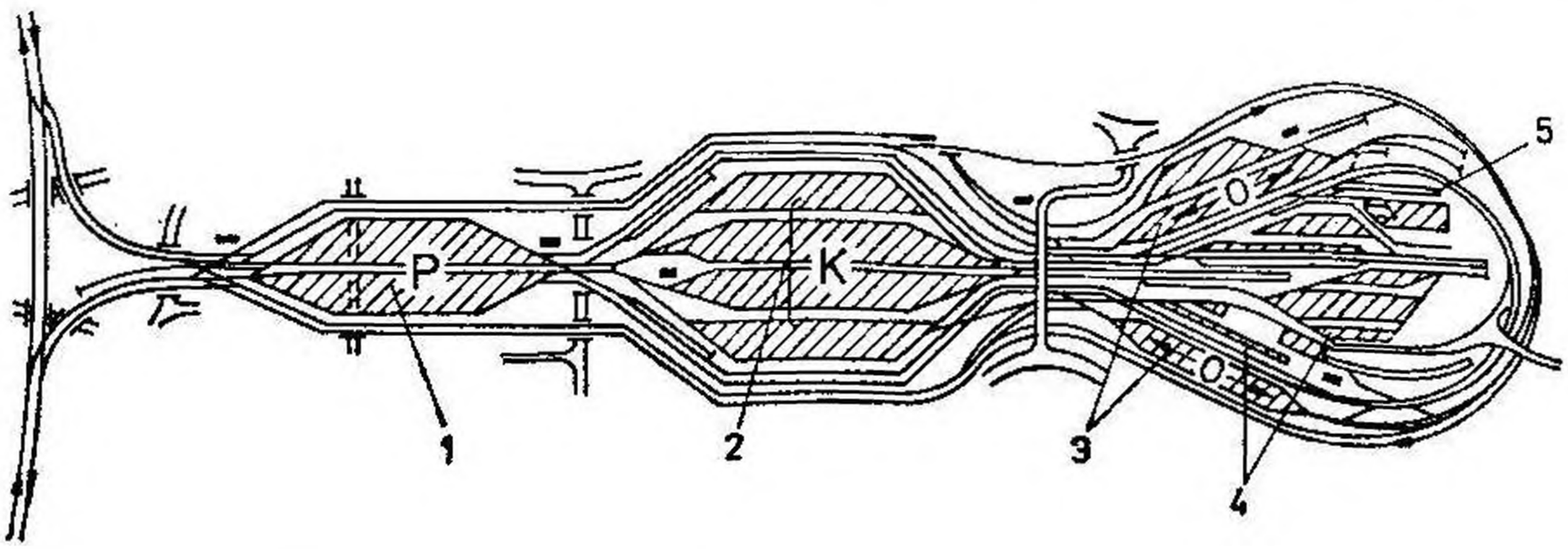
a — przed modernizacją — stacja dwukierunkowa, *b* — po modernizacji — stacja jednokierunkowa



10.50
Stacja rozrządowa
Maschen (DB)

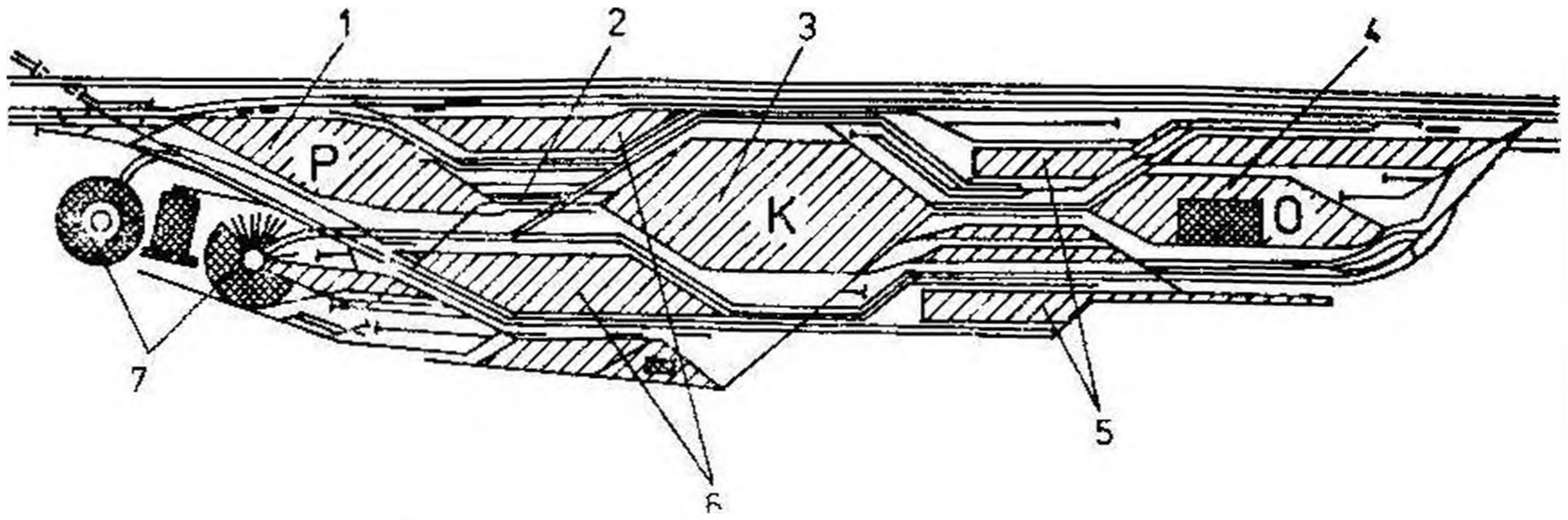


10.51. Stacja rozrządowa Monachium Północ (DB) [82]



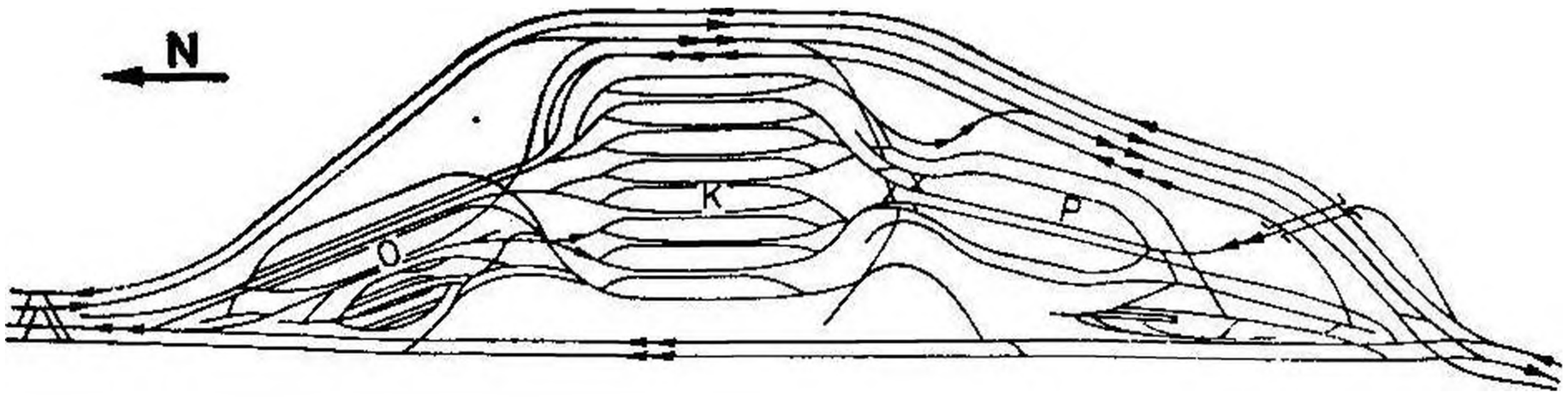
10.52. Stacja rozrządowa Bolonia (FS)

1 — grupa torów przyjazdowych, *2* — grupa torów kierunkowych, *3* — grupa torów odjazdowych, *4* — lokomotywownia, *5* — wagonownia

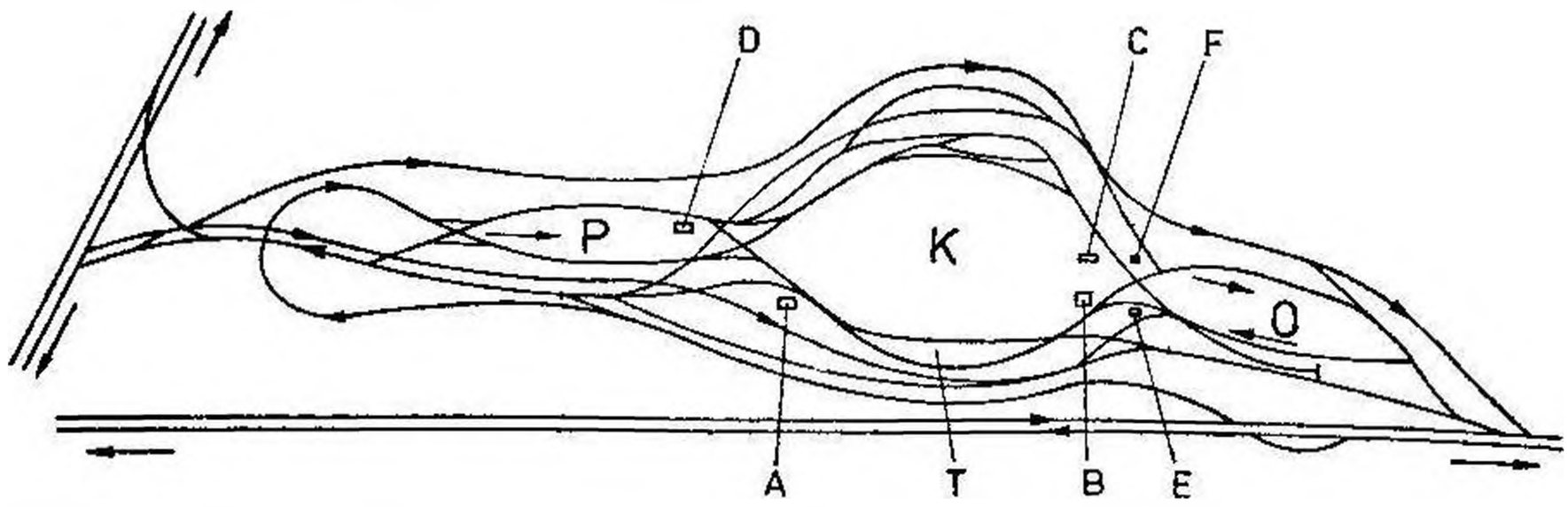


10.53. Stacja rozrządowa Mediolan (FS)

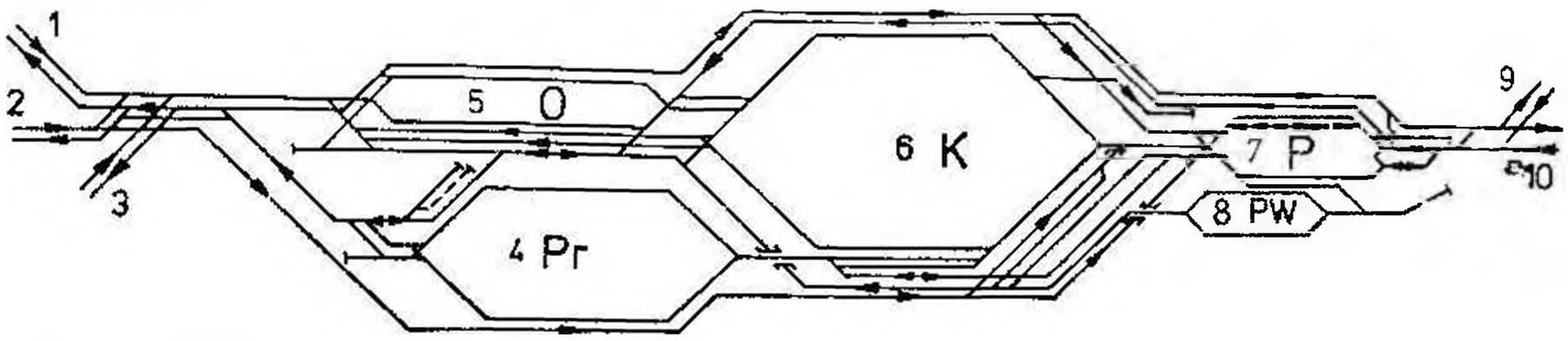
1 — grupa torów przyjazdowych, *2* — górka rozrządowa, *3* — grupa torów kierunkowych, *4* — grupy torów odjazdowych, *5* — tory naprawcze, *6* — tory ładunkowe, *7* — lokomotywownia



10.54. Stacja rozrządowa Woippy (SNCF)

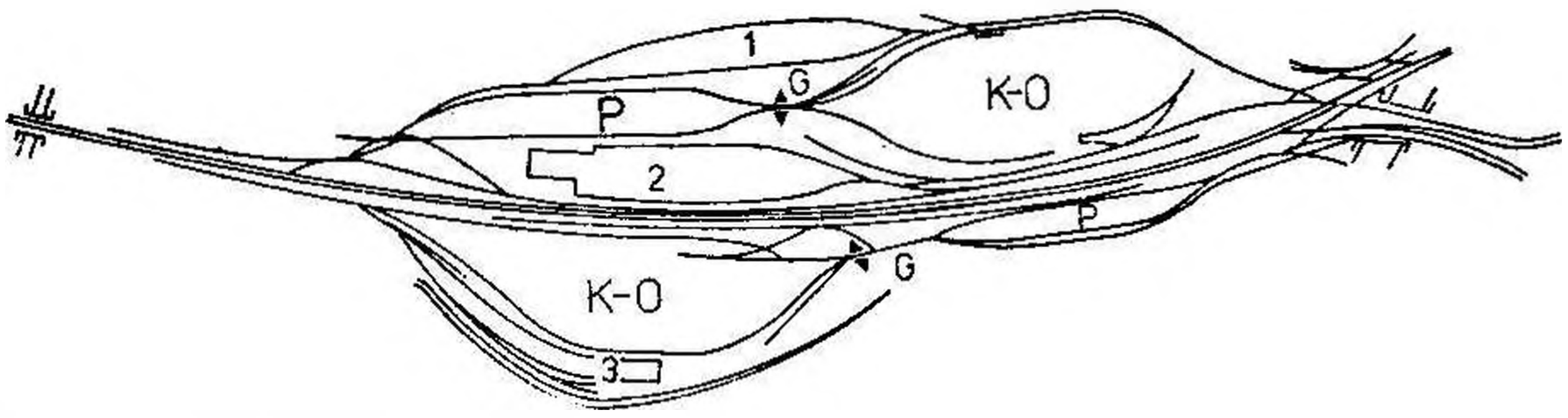


10.55. Stacja rozrządowa Gevrey (SNCF)



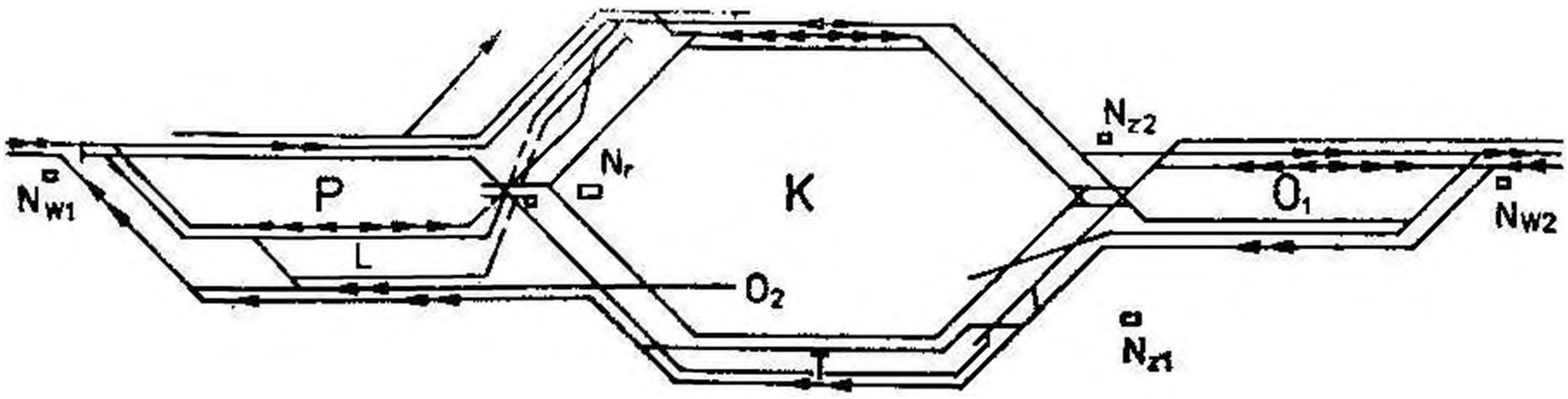
10.56. Stacja rozrządowa Tinsley (BR)

1 — Rotherdam-Central, *2* — Sheffield Midland, *3* — Sheffield Victoria Darwell, *4* — grupa porządkowa, *5* — grupa odjazdowa, *6* — grupa kierunkowa, *7* — grupa przyjazdowa, *8* — warsztaty naprawcze, *9* — Rotherdam Marborough, *10* — Chesterfield



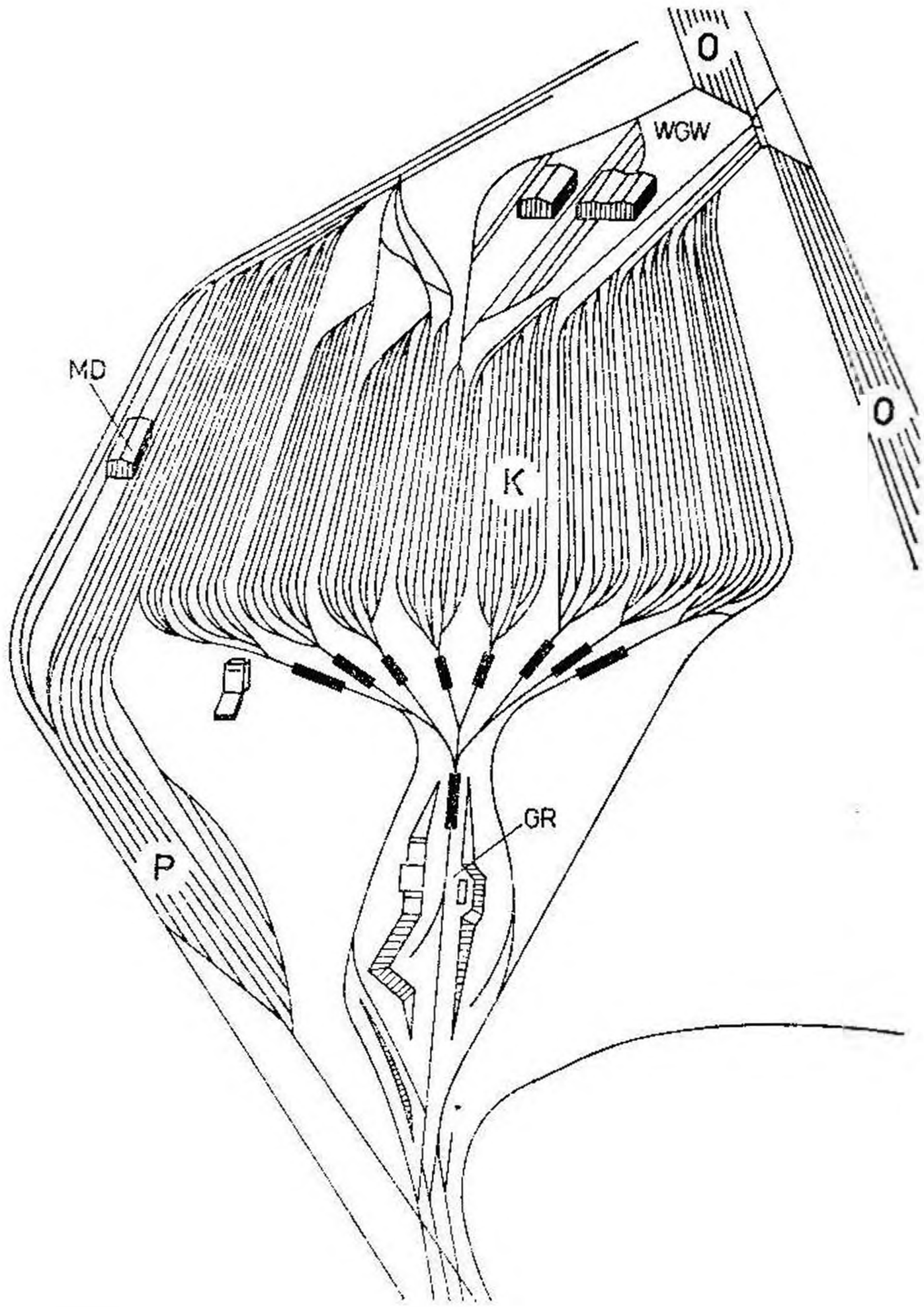
10.57. Stacja rozrządowa Bescot (BR)

P — grupy torów przyjazdowych, *K—O* — grupy torów kierunkowo-odjazdowych, *G* — górka rozrządowa; *1* — tory magazynowe, *2* — tory porządkowe stacji dolnej, *3* — tory porządkowe stacji górnej



10.58. Stacja rozrządowa Temple Mills (BR)

P — grupa przyjazdowa, O_1, O_2 — grupy odjazdowe, *T* — grupa taryfowa, N_w, N_z — nastawnie



10.59. Stacje rozrządowe Elkhart/Indiana Nowy York Centralny (USA)

11

Stacje węzłowe i węzły kolejowe

11.1. Stacje węzłowe

W miejscu zbiegania się co najmniej trzech kierunków linii kolejowych powstaje punkt węzłowy sieci kolejowej. Punkt węzłowy, który ma tylko jedną stację, służącą do wykonywania wszystkich czynności technicznych i handlowych, nazywamy **stacją węzłową** (rys. 11.1).

Na stacji węzłowej przyjmuje się i rozdziela napływające potoki ładunków według poszczególnych kierunków i miejsc przeznaczenia. Potok ten obejmuje ruch pasażerski i towarowy, przy czym ruch ten powinien być rozdzielony.

W zakresie ruchu pasażerskiego stacja węzłowa wykonuje następujące czynności:
— bezpośrednia obsługa zwiększonej liczby podróżnych,
— przyjmowanie i wyprawianie pociągów pasażerskich,
— przerabianie składów pociągów pasażerskich,
— zmiana lokomotyw i drużyn pociągowych,
— oględziny techniczne oraz obrządzanie lokomotyw i składów wagonów pociągów rozpoczynających jazdę na stacji.

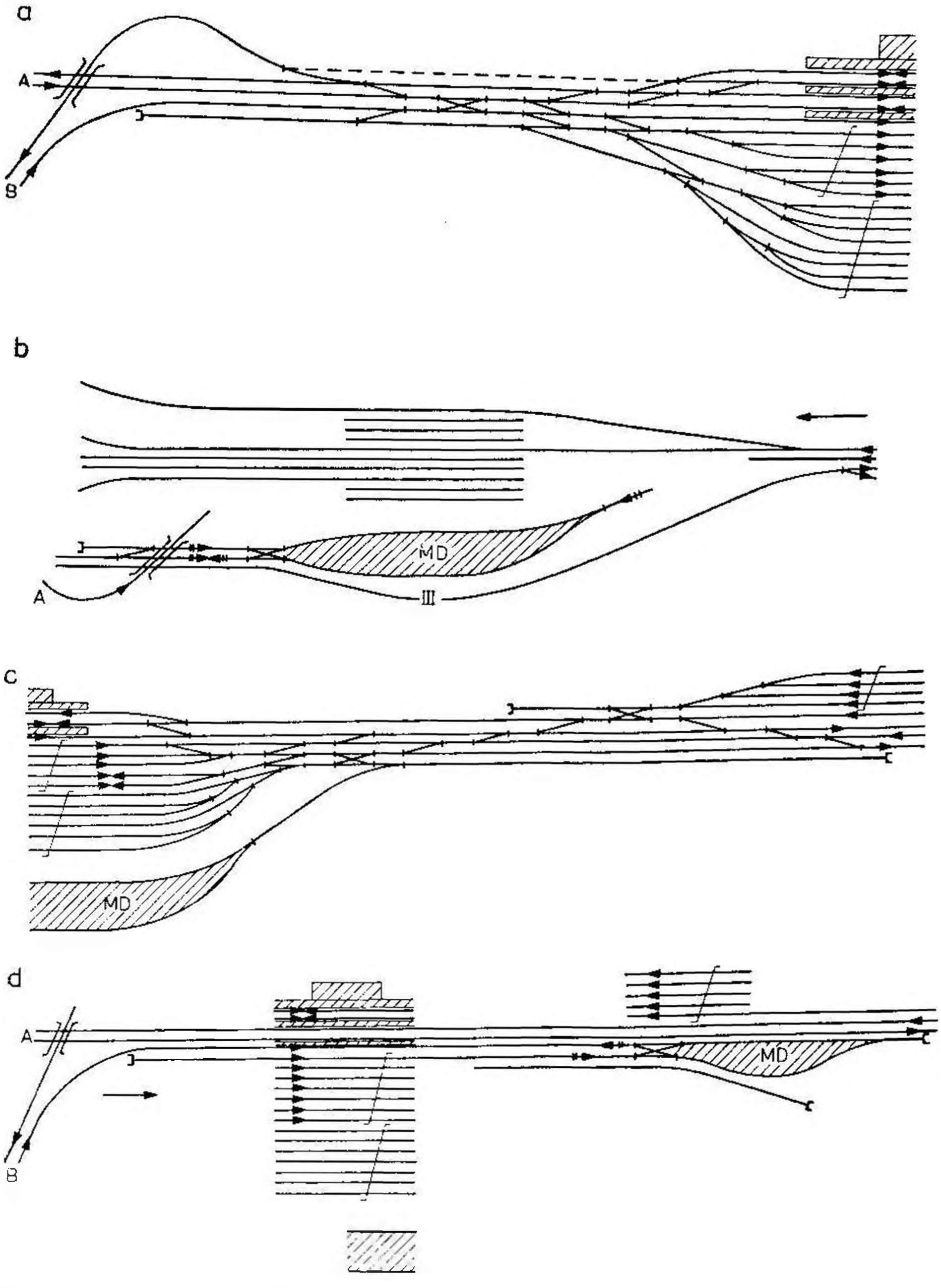
W zakresie ruchu towarowego stacje węzłowe mają do wykonania następujące zadania:
— przyjmowanie pociągów towarowych z różnych kierunków, pobliskich stacji i własnych punktów ładunkowych,
— rozrządzanie wagonów według kierunków i miejsc przeznaczenia,
— zestawianie nowych składów pociągów,
— wyprawianie pociągów.

Wykonanie wszystkich wymienionych czynności wymaga zastosowania odpowiednich układów torowych i innych urządzeń, które rozmieszcza się zależnie od położenia stacji w stosunku do miasta oraz układu zbiegających się linii kolejowych.

Stacje węzłowe mogą być budowane w układzie liniowym, kierunkowym i szeregowym.

11.2. Węzły kolejowe

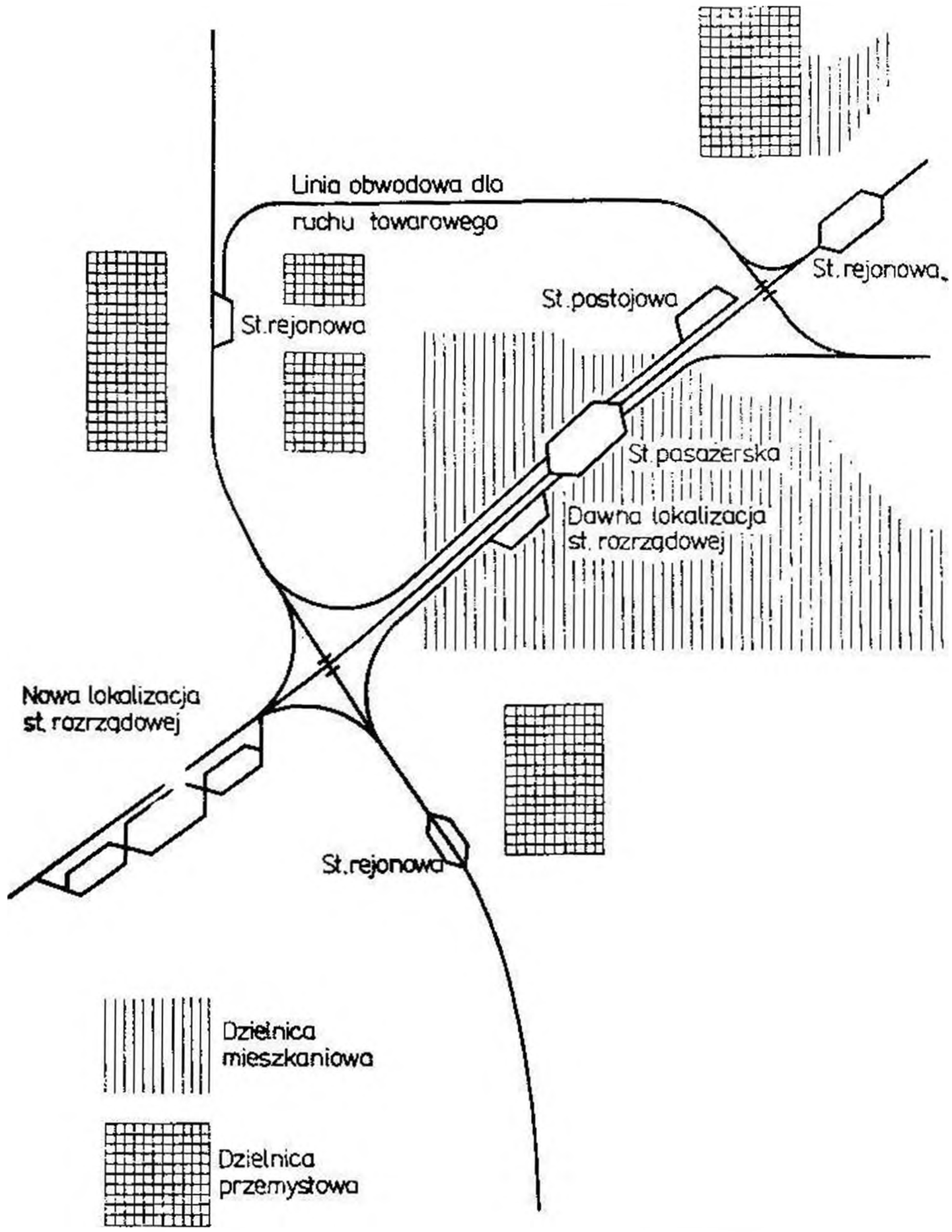
Węzeł kolejowy (rys. 11.2) [46] powstaje w przypadku, gdy w punkcie węzłowym znajduje się kilka oddzielnych stacji połączonych łącznicami, umożliwiającymi przejście pociągów z jednej linii na drugą.



11.1. Stacje węzłowe (*a*—*d*)

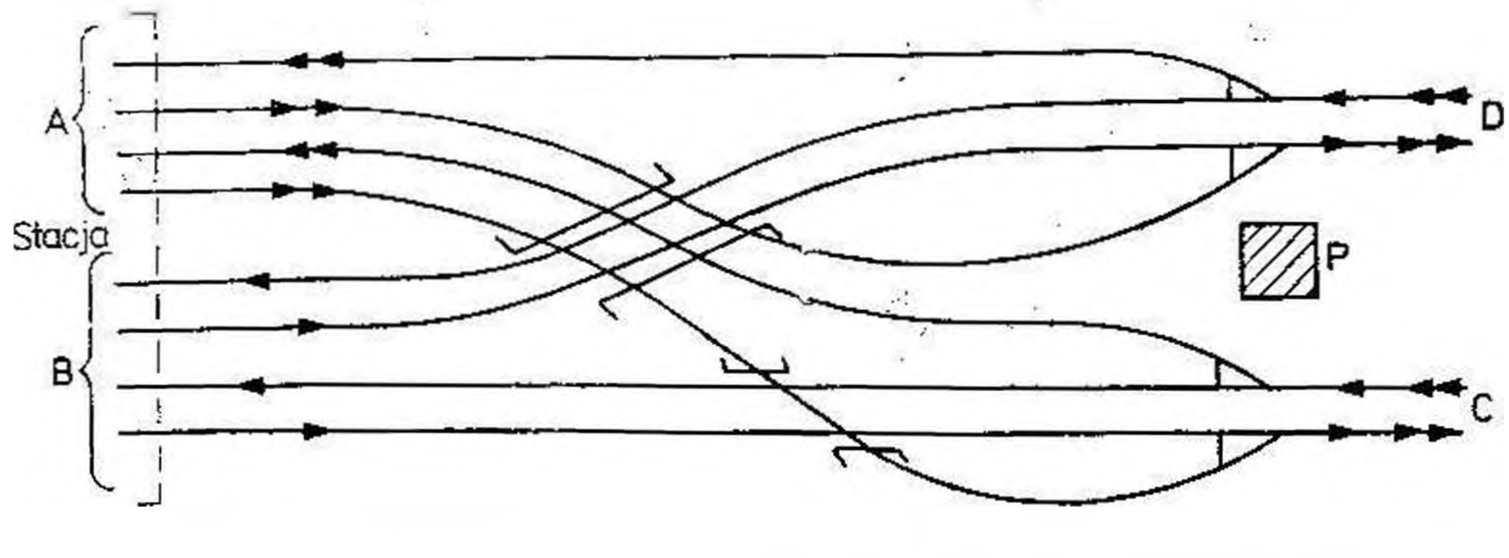
Węzły kolejowe obsługują w zakresie ruchu pasażerskiego pociągi dalekobieżne i miejscowe oraz podmiejskie i miejskie, a w zakresie ruchu towarowego — pociągi tranzytowe, lokalne i miejscowe.

Podział ruchu na osobowy i towarowy z dwóch linii dwutorowych w układzie liniowym przedstawia rysunek 11.3, a w układzie kierunkowym rysunek 11.4.



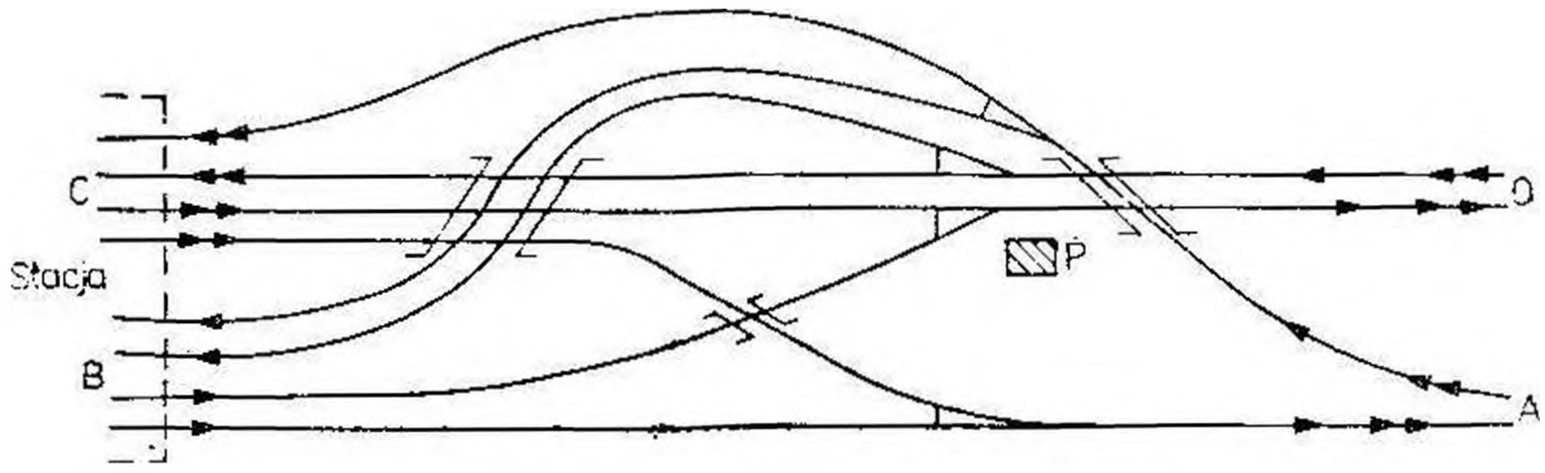
11.2. Szkic układu węzła kolejowego z lokalizacją stacji rozrządowej na obrzeżu aglomeracji miejskiej oraz linią obwodową dla ruchu towarowego [46]

7.2



11.3. Podział ruchu na osobowy i towarowy z dwóch linii dwutorowych w układzie liniowym

7.3



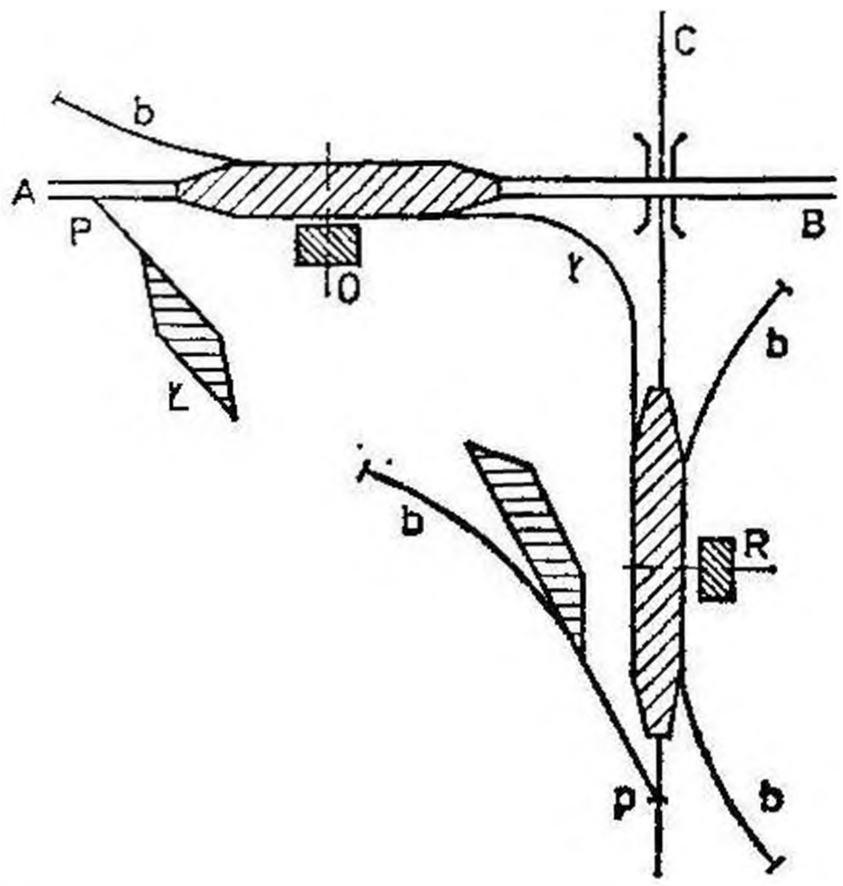
11.4. Podział ruchu na osobowy i towarowy z dwóch linii dwutorowych w układzie kierunkowym

7.4

Ze względu na układ stacji w stosunku do linii rozróżnia się następujące węzły:
— typu czołowego, zwykle portowe i przygraniczne,
— typu przechodniego, w którym przeważa ruch tranzytowy,
— typu czołowo-przechodniego, z dużym ruchem tranzytowym oraz miejscowym.

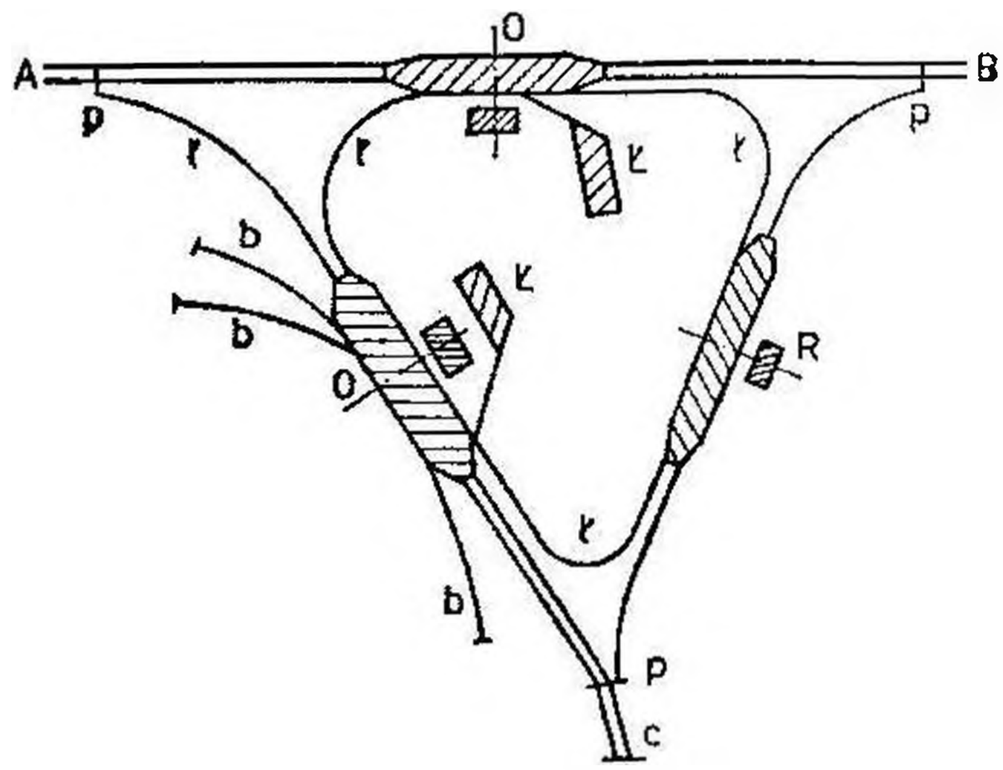
Zależnie od stopnia powiązania węzła z wielkim ośrodkiem miejskim węzły dzieli się na:
— stosunkowo mało związane z komunikacjami miejskimi,
— ściśle powiązane z komunikacjami miejskimi miasta.

W zależności od układu podejścia do węzła linii kolejowych oraz położenia na nim stacji rozróżnia się następujące węzły:
— krzyżowe (rys. 11.5),
— trójkątne (rys. 11.6),
— średnicowe (rys. 11.7),
— pierścieniowe (rys. 11.8),
— mieszane (rys. 11.9).



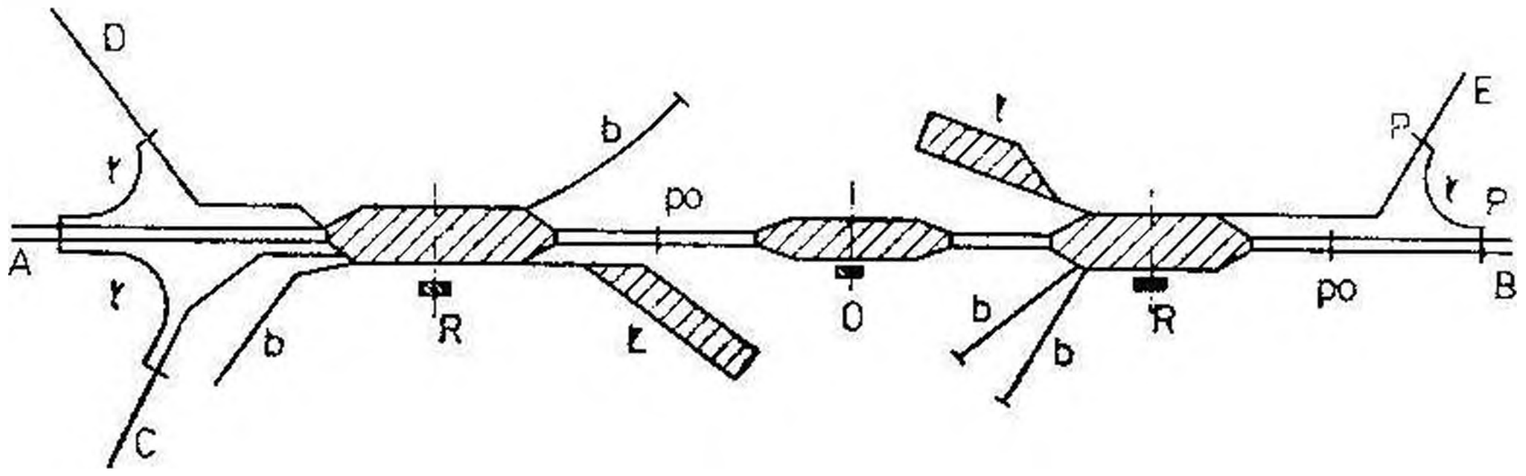
11.5
Schemat węzła kolejowego typu krzyżowego

7.5



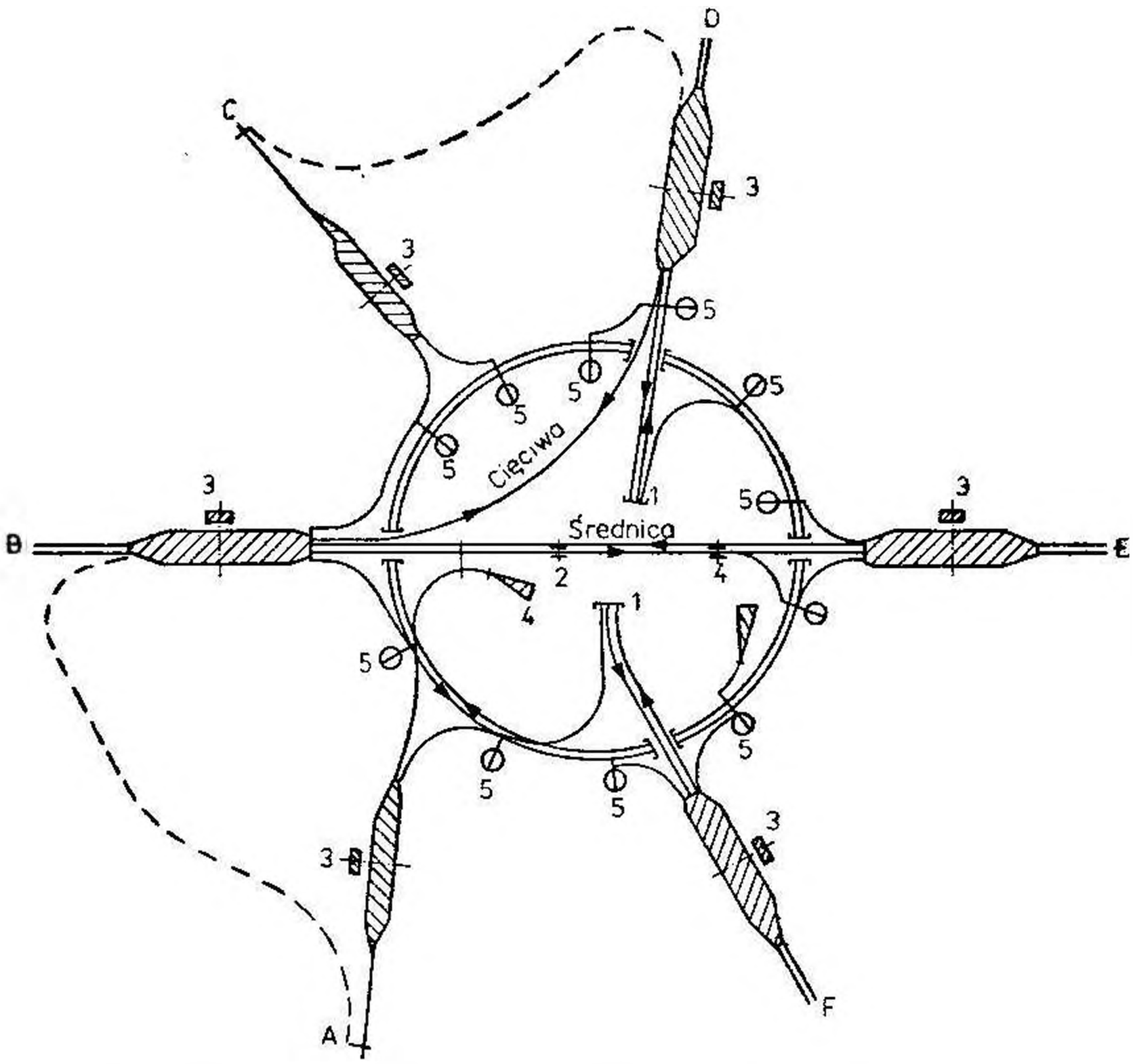
11.6
Schemat węzła kolejowego typu trójkątnego

7.6



11.7. Schemat węzła kolejowego typu średnicowego

7.7



11.8. Schemat węzła kolejowego typu pierścieniowego

7.8

W skład węzła kolejowego mogą wchodzić:

— stacje i przystanki osobowe,

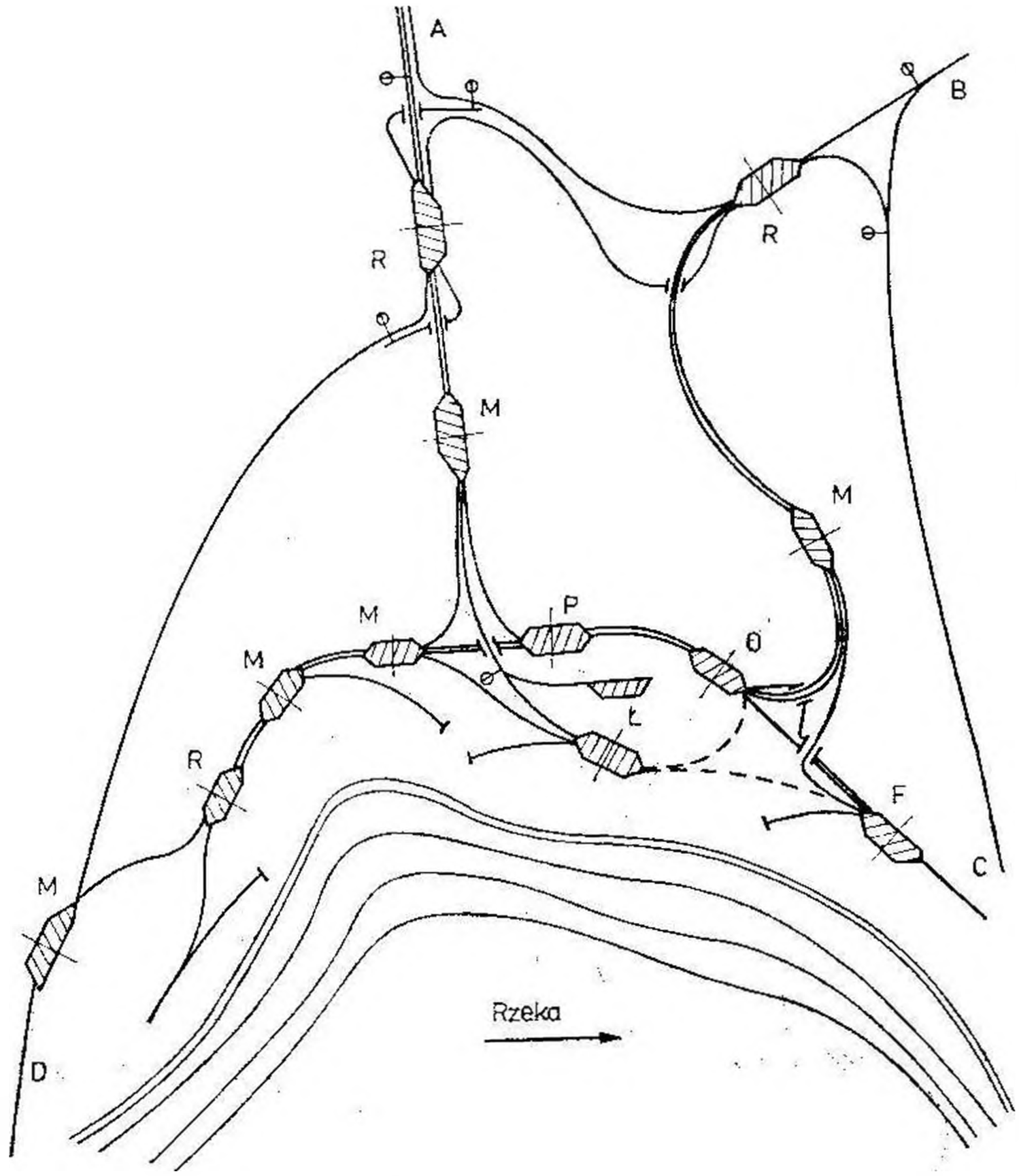
— stacje postojowe,

— stacje rozrządowe,

— stacje i tory ładunkowe,

— bocznice przemysłowe,

— tory i urządzenia trakcyjne,

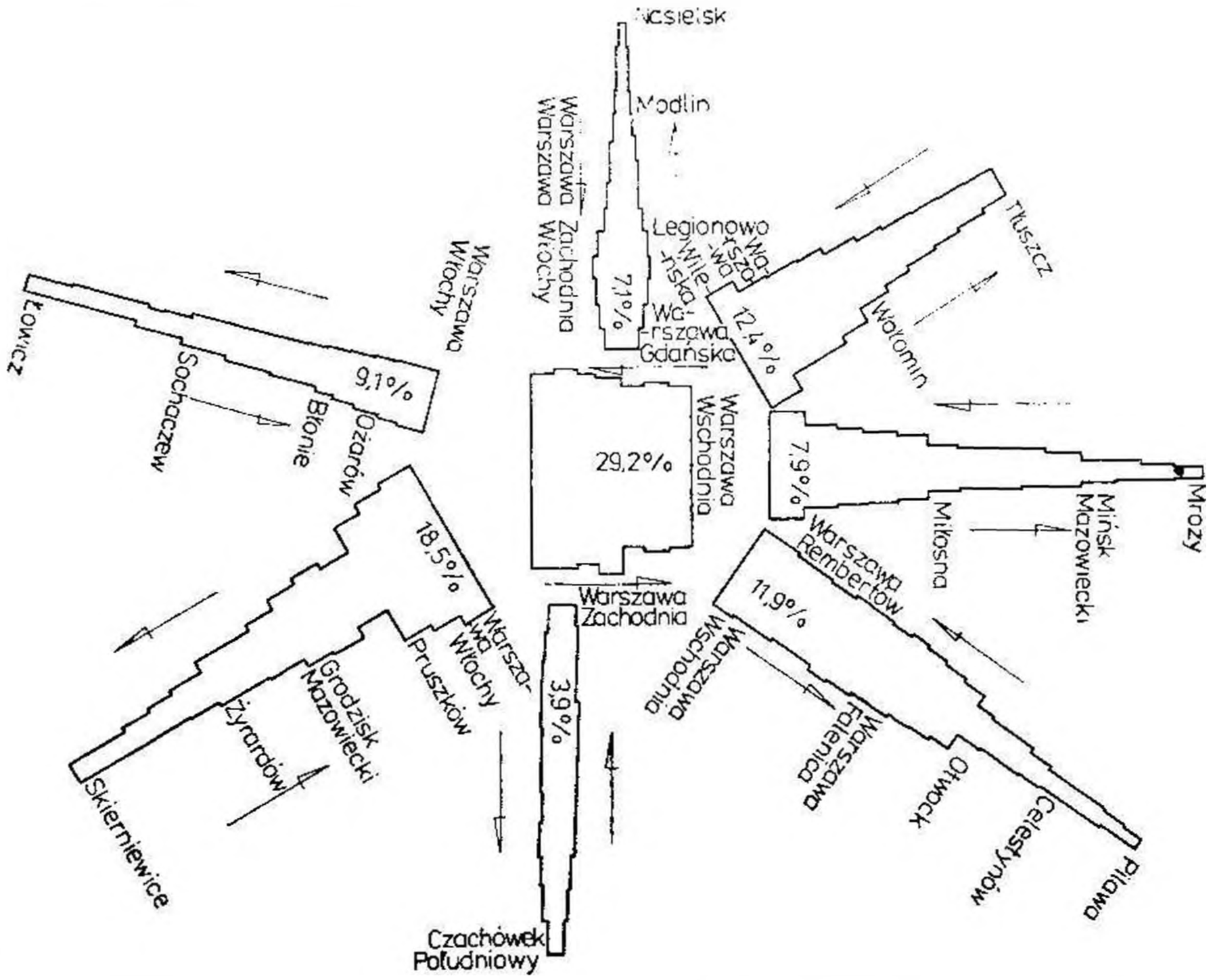


11.9. Schemat węzła kolejowego typu mieszanego

— łącznice między poszczególnymi liniami i stacjami węzła dla przejazdu pociągów z jednej linii na drugą, jak również dla przepuszczania pociągów przez węzeł bez zmiany kierunku jazdy,
— linie obwodowe wewnętrzne i zewnętrzne; pierwsze z nich przebiegają na peryferiach miast i stanowią odciążenie głównej linii węzła, natomiast drugie odgałęziają się od torów głównych linii przy wejściu do węzła i służą do kierowania po obwodzie, niektórych pociągów z tych linii na inną linię wychodzącą z węzła,
— stacje przedwęzłowe, na których pociągi z dwóch lub więcej linii, zbiegających się w węźle, wjeżdżają na wspólne tory,
— posterunki odgałęźne i osłonne w miejscach odgałęzienia i skrzyżowania linii w jednym poziomie.

W wielkich aglomeracjach miejskich mogą być budowane oddzielone odcinki linii wraz ze stacjami i przystankami do wyłącznej obsługi ruchu podmiejskiego.

Dobowe natężenie przewozów na poszczególnych liniach Warszawskiego Węzła Kolejowego przedstawia rysunek 11.10.



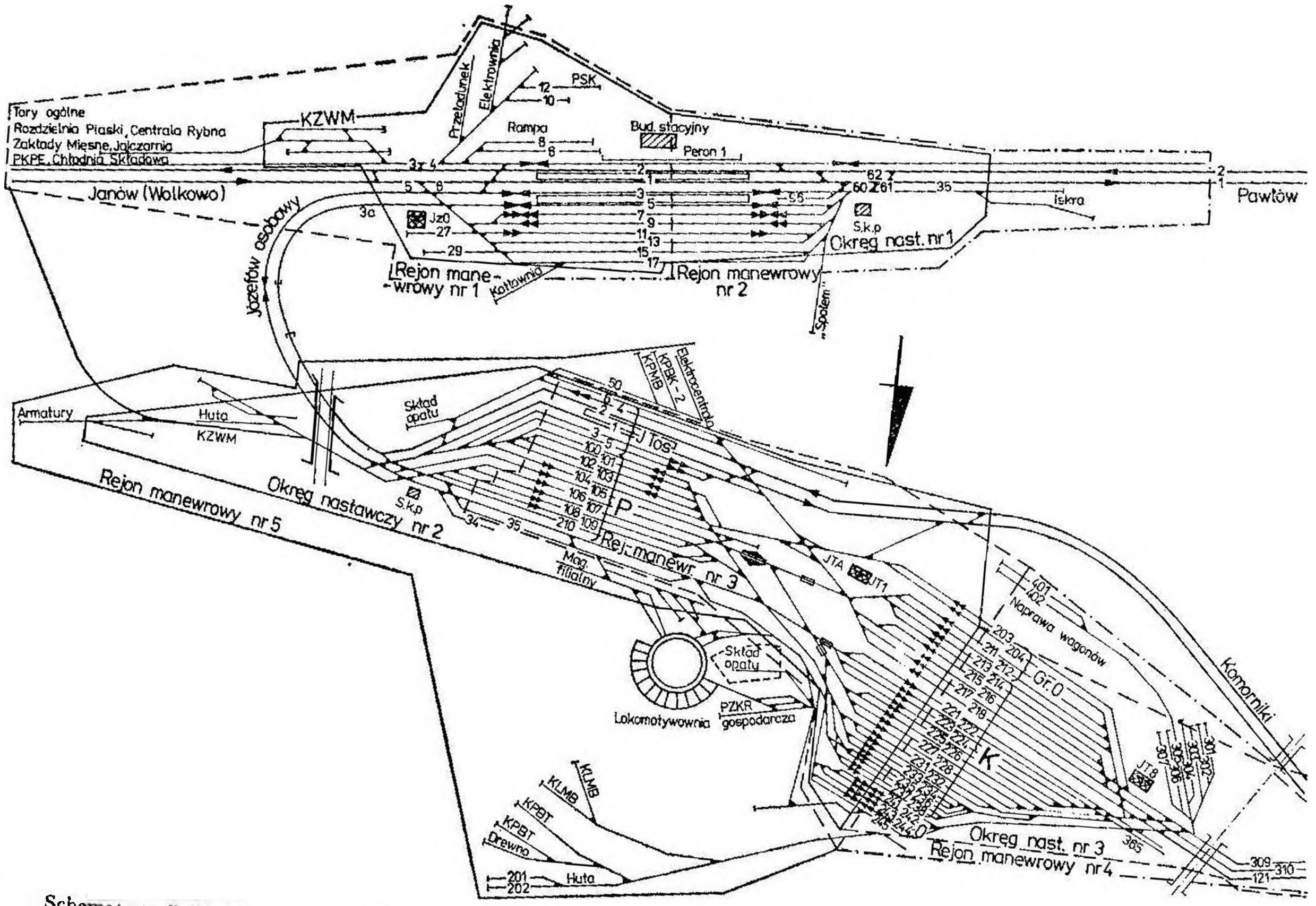
11.10. Dobowe natężenie przewozów na poszczególnych liniach Warszawskiego Węzła Kolejowego

11.3. Technologia pracy węzła kolejowego

11.3.1. Technologiczne wyposażenie węzła kolejowego

Węzeł Józefów (rys. 11.11) jest węzłem kolejowym położonym przy linii pierwszorzędowej Sośnin—Lisów w km 69.680 oraz linii Józefów—Marków w km 0.000.
W skład węzła Józefów wchodzą: Józefów Osobowy i Józefów Towarowy.
Józefów Towarowy składa się z grupy: przyjazdowej, kierunkowej i odjazdowej, tranzytowej (park Józefów Towarowy-Osobowa). Cały węzeł Józefów jest podzielony na pięć rejonów manewrowych, w których pracuje siedem lokomotyw manewrowych stałych i jedna lokomotywa podmienna oraz trzy okręgi nastawcze dysponujące, pokazane na rysunku 11.12.
Stacja Józefów Osobowy ma jeden okręg nastawczy „JzO", obejmujący wszystkie tory leżące w głowicy wschodniej i zachodniej stacji.
Stacja Józefów Towarowy ma dwa okręgi nastawcze „JTA" i „JTB":

— nastawnia „JTA" obejmuje grupę torów przyjazdowo-odjazdowych od nr 1–6, 100–110 oraz połowę długości grupy torów od nr 203–204, 211–218, 221–228, 231–238, 241–244, licząc od górki rozrządowej,



11.11. Schemat stacji Józefów Osobowy i Józefów Towarowy

— nastawnia „JTB" obejmuje połowę długości grupy torów kierunkowych i odjazdowych od nr 203–204 i 211–218, 221–231, 241–244, znajdujących się w głowicy zachodniej.

Rejony manewrowe węzła Józefów

I rejon manewrowy stanowi stacja Józefów Osobowy w obrębie nastawni „JzO" z torem wyciągowym nr 5*a* wraz z przyległymi bocznicami i punktami ładunkowymi. Zadaniem lokomotyw tego rejonu jest obsługa ruchu pasażerskiego, rozrządzanie i zestawianie pociągów zdawczych z Józefowa Towarowego oraz obsługa punktów ładunkowych i bocznic: Przeładunek, Meble, Centrostal, PSK, SPOŁEM, Iskra oraz tory ogólne i tory nr 8, 10, 12 i 17.

II rejon manewrowy stanowi stacja Józefów Osobowy w obrębie głowicy zachodniej z torem wyciągowym nr 35. Zadaniem lokomotywy tego rejonu jest obsługa ruchu pasażerskiego oraz punktów ładunkowych i bocznic: Odlewnia, Białogon, CPN, Rozdzielnia, Piaski, Chłodnia, Baza DG i tory ogólne na Piaskach, KZPR, Zakłady Mięsne, Jajczarnia, Piekarnia, WPHO, Tłocznia, KZWM, Agroma.

III rejon manewrowy stanowi grupa przyjazdowa i tranzytowa wraz z górką rozrządową i przyległą do niej częścią parku grupy kierunkowej i odjazdowej. W tym rejonie pracują dwie lokomotywy manewrowe. Zadaniem lokomotyw III rejonu jest rozrządzanie z górki rozrządowej na grupę torów kierunkowych pociągów kończących jazdę na grupie przyjazdowej. Wagony staczane z górki rozrządowej są hamowane na trzech torach za pomocą hamulców torowych.

IV rejon manewrowy stanowi południowo-zachodnią część grupy kierunkowej i odjazdowej stacji Józefów Towarowy z torami wyciągowymi nr 309 i 310 w rejonie nastawni „JTB". W rejonie tym pracują dwie lokomotywy manewrowe. Zadaniem jednej lokomotywy IV rejonu jest zestawienie pociągów zbiorowych wszystkich kierunków. Zadaniem drugiej lokomotywy manewrowej IV rejonu jest przestawienie sformowanych składów pociągów na tory grupy odjazdowej, współpraca przy zestawieniu pociągów podczas rozrządzania z górki rozrządowej oraz obsługa torów wagonowni.

V rejon manewrowy stanowią bocznice i punkty ładunkowe odgałęziające się od stacji Józefów Towarowy. Zadaniem lokomotywy V rejonu jest planowa obsługa bocznic i punktów ładunkowych.

Do przekazania pociągów zdawczych z Józefowa Towarowego do Józefowa Osobowego i odwrotnie jest przeznaczona jedna lokomotywa podmienna.

Skład osobowy drużyn manewrowych poszczególnych rejonów:

lok. rej. nr 1 — 1 ustawiacz, 3 manewrowych,
„ „ nr 2 — 1 ustawiacz, 3 manewrowych,
„ „ nr 3 — 1 ustawiacz, 4 manewrowych, 7 płozowych,
„ „ nr 4 — 1 ustawiacz, 3 manewrowych,
„ „ nr 4 — 1 ustawiacz, 2 manewrowych,
„ „ nr 5 — 1 ustawiacz, 2 manewrowych.

Lokomotywa przekazania pociągów zdawczych: 1 ustawiacz, 1 manewrowy.

344 **Urządzenia służby handlowej**

Na węźle znajdują się następujące urządzenia służące do odprawy osób i przesyłek:

Stacja Józefów Osobowy

Prace ładunkowe:
— przy torze nr *17* plac nr *2* dł. 27,0 m szer. 15,3 m,
— przy torze nr *37* plac nr *13* dł. 232 m szer. 11,0 m,
— przy torze nr *104* plac nr *14* dł. 107 m szer. 25,0 m,
— przy torze nr *104* plac nr *15* dł. 52 m szer. 11,0 m.
Magazyny:
— przy torze *12* magazyn nr *1* dł. 48,90 m szer. 11,90 m do dyspozycji PSK,
— przy torze *4* magazyn nr *2* dł. 6,90 m szer. 5,16 m expres i bagaż.
Rampy:
— przy torze *8* rampa nr *1* dł. 171 m szer. 7,65 m boczna, czołowa,
— przy torze *12* rampa nr *2* dł. 37 m szer. 3,9 m kryta, boczna, PSK,
— przy torze *12* rampa nr *3* dł. 18,9 m szer. 11,9 m nie kryta, boczna w dyspozycji PSK.
Perony:
— peron *1* dł. 250 m szer. 8,7 m, wys. 0,38 m przy torze nr *4*,
— peron *2* dł. 400 m szer. 8,7 m wys. 0,38 m przy torze nr *1–2*,
— peron *3* dł. 400 m, szer. 7,7 m, wys. 0,38 m przy torze nr *3–5*.
Tunel:
— dla przejścia podróżnych na perony *1*, *2*, *3*.
Ponadto czynnych jest 8 wózków akumulatorowych.

Stacja Józefów Towarowy

Rampy:
— przy torze 35 rampa nr *1* dł. 232 m szer. 7,15 m nie kryta, boczno-czołowa.
Waga:
Własność PKP na torze 50, oświetlona, waży magazynier, *3*-pomostowa, udźwig 400 kN, dozwolony przejazd lokomotywy z v = 5 km/h.

Urządzenia służby wagonowej

W rejonie dworca towarowego znajduje się Wagonownia Pozaklasowa mająca wydzielone tory nr *301–307* oraz *401–402* przeznaczone do naprawy bieżącej wagonów, halę krytą z urządzeniami i stanowiskami naprawczymi.
Do przeprowadzenia drobnych napraw składów pasażerskich, mycia i czyszczenia składów przeznaczono tor boczny, postojowy nr 15 na stacji Józefów Towarowy.
Między torami *13* i *15* znajduje się sieć wodna z 9 kranami do napełnienia zbiorników wodą.
Urządzenia do ładowania akumulatorów znajdują się w dyspozycji oddziału wagonowni.
Obsługa punktu napraw wagonów w ciągu doby odbywa się 3 razy. Jednorazowo przyjmuje się 25 wagonów do naprawy i 25 wagonów oddaje się do ruchu.

11.3.2. Zadania ruchowe węzła

Zasadniczym zadaniem węzła jest obsługa ruchu pasażerskiego z odprawą bagażu i przesyłek ekspresowych w komunikacji miejscowej i zagranicznej oraz obsługa ruchu towarowego z przyjmowaniem, rozrządzaniem, zestawianiem i wyprawianiem pociągów towarowych.

Węzeł Józefów spełnia czynności ekspedycyjne w pełnym zakresie. Jest on węzłem o dużym ruchu towarowym, jak również o znacznym obrocie wagonów towarowych miejscowych (loco) z przeznaczeniem na poszczególne punkty ładunkowe i bocznice. Ponadto jest węzłem rozrządowym dla kierunków Koryta, Ostojów, Wolkowo, Marków i na wymienione kierunki zestawia wszystkie rodzaje pociągów towarowych, zgodnie z założeniami części IV dodatku do służbowego rozkładu jazdy.

11.3.3. Organizacja operatywnej pracy węzła

11.3.3.1. Sposób sporządzania i przekazywania analiz pociągowych

Analizy przyjeżdżających pociągów towarowych węzeł Józefów otrzymuje zgodnie z załącznikiem nr 13 dodatku do służbowego rozkładu jazdy część IV.

Otrzymaną analizę pociągową operator wpisuje w obecności dyspozytora stacyjnego do książki analiz pociągów na przyjeździe i przekazuje mu, a następnie podaje informację zainteresowanym pracownikom z odnotowaniem daty i godziny przyjęcia.

Analizy odjeżdżających pociągów towarowych są sporządzane przez kierowników pociągów lub odprawiaczy i przekazywane operatorowi pracującemu przy dyspozytorze stacyjnym. Operator wpisuje otrzymaną analizę do książki analiz pociągów na odejściu, a następnie przekazuje ją do zainteresowanej stacji natychmiast po odjeździe pociągu. Przekazywanie analiz pociągowych do stacji wymienionych w załączniku nr 13 dodatku służbowego rozkładu jazdy część IV odbywa się za pomocą dalekopisu lub telefonu.

11.3.3.2. Sposób otrzymywania i przekazywania przedawizacji przesyłek

Przedawizacji przesyłek do odnośnych stacji na kierunki Koryta, Marków, Pawłów i Wolkowo dokonuje odprawa pociągu w sposób i formie ustalonej odpowiednimi przepisami, natychmiast po przyjęciu składu przez drużynę pociągową.

Przedawizacji wagonów (loco) dokonuje kasjer towarowy lub odprawiacz pociągowy za pomocą telefonu włączonego do sieci miejskiej. Dane o przyjęciu awiza, jak też dane o dokonanej przedawizacji (do stacji, do których wysyłane są wagony ze stacji Józefów) rejestruje się w specjalnie do tego celu przeznaczonych książkach, znajdujących się u odprawiacza pociągów i kasjera towarowego.

11.3.3.3. Sposób operatywnego planowania pracy węzła

Planowania pracy na węźle Józefów dokonuje dyspozytor stacji cztery razy na dobę na okresy: 0^{00}–6^{00}, 6^{00}–12^{00}, 12^{00}–18^{00}, 18^{00}–24^{00} na podstawie:

— zadań przewozowych wyznaczonych w dobowym planie przewozu przez Dyrekcję Okręgową w Pelagowie,

— rozeznania w sytuacji ruchowej i wagonowej na stacji,
— otrzymywanych informacji o podejściu wagonów z poszczególnych stacji zestawiających pociągi do stacji Józefów.

Na dwie godziny przed planowanym cyklem pracy dyspozytor stacji podaje informacje do dyspozytora w Dyrekcji Okręgowej w Pelagowie o zaplanowanych trasach pociągów, uwzględniając okres sześciogodzinny.

Plan zatwierdzony przez dyspozytora w Dyrekcji Okręgowej w Pelagowie dyspozytor stacyjny przekazuje dyżurnemu ruchu, a on poszczególnym ustawiaczom do wykonania.

11.3.4. Technologia obróbki pociągów i wagonów

11.3.4.1. Obróbka składów pociągów pasażerskich oraz normy obróbki

Składy pociągów pasażerskich kończących bieg na stacji Józefów Osobowy są przyjmowane na jeden z torów peronowych zgodnie ze stacyjnym rozkładem jazdy, a następnie przestawiane na tory postojowe, gdzie dokonuje się ich oczyszczania, wyposażenia oraz drobnych napraw wagonów bez wyłączenia ich z ruchu.

Składy pasażerskie po wyposażeniu i przerobieniu (podlegają przeróbce zgodnie z dodatkiem do służbowego rozkładu jazdy część II) są podstawiane lokomotywą manewrową na jeden z torów peronowych, gdzie oczekują na odjazd.

Pracę przy pociągach pasażerskich wykonują lokomotywy rejonu 1 i 2. Przy przeprowadzeniu pociągu służbowego z Józefowa Osobowego do Józefowa Towarowego i odwrotnie pracuje lokomotywa obsługująca pociągi zdawcze. Porządek i czas trwania wykonywanych czynności przy obróbce składów pociągów pasażerskich zawierają harmonogramy w tablicach 11–1–11–4.

Harmonogram obróbki pociągu pasażerskiego przejeżdżającego ze zmianą kierunku jazdy lokomotywy Tablica 11–1

Lp.	Określenie czynności	Ustalona norma czasu	Porządek i czas trwania wykonywanych czynności w [min]
			0 5 10 15 20
1	Odczepienie lokomotywy od przybyłego pociągu	1	—
2	Dojazd lokomotywy do pociągu	3	— ———
3	Połączenie lokomotywy ze składem pociągu	2	—
4	Oględziny techniczne pociągu i uproszczona próba hamulców	13	———————
5	Załatwienie formalności u dyżurnego ruchu, związanych z odjazdem pociągu	5	————
6	Ogólny czas obróbki	18	———————————

Pracownicy zatrudnieni przy obróbce: 1 dyżurny ruchu peronowy, 1 kancelista techniczny, 1 kierownik pociągu, 1 rewident wagonów

Harmonogram obróbki składu pociągu pasażerskiego kończącego jazdę po przybyciu na stację osobową Tablica 11–2

Lp.	Określenie czynnośei	Ustalona norma minut	Porządek i czas trwania wykonywanych czynnośei [min]			
			0	50	100	150
1	Wysiadanie podróżnych	4	—			
2	Przekazywanie składu pociągu przez kierownika pociągu rewidentom wagonów	10	———			
3	Oględziny techniczne pociągu	10	———			
4	Odstawienie składu pociągu z toru peronowego na tor postojowy do oczyszczenia i nawodnienia	8	——			
5	Oczyszczenie i wyposażenie składu pociągu oraz dokonanie napraw	120	———	———	———	———
6	Ogólny czas obróbki	142	———	———	———	———

Pracownicy zątrudnieni przy obróbce: 1 dyżurny ruchu peronowy, 1 kierownik pociągu, 2 konduktorów rewizyjnych, 2 rewidentów wagonów, 2 pomocników rewidenta, 2 rzemieślników, 1 elektryk wagonów, 2 manewrowych, 6 czyścicielek

Harmonogram obróbki składu pociągu pasażerskiego rozpoczynającego jazdę przed odjazdem ze stacji w okresie letnim Tablica 11–3

Lp.	Określenie czynności	Ustalona norma minut	Porządek i czas trwania wykonywanych czynności [min]			
			0	10	20	30
1	Podstawienie pociągu na tor peronowy z grupy torów postojowych	8	———			
2	Wsiadanie podróżnych	4	——			
3	Oględziny techniczne	8	———			
4	Próba hamulców przy użyciu lokomotywy pociągowej	15	———	———	——	
5	Spisanie składu przez kierowników pociągu i przyjęcie go przez drużynę pociągu	12	———	———		
6	Załatwienie formalności u dyżurnego ruchu związanych z odjazdem pociągu, przejście do pociągu i wyprawienie pociągu	10	———	———		
7	Ogólny czas obróbki	31	———	———	———	———

Pracownicy zatrudnieni przy obróbce: 1 dyżurny ruchu peronowy, 1 kancelista techniczny, 1 kierownik pociągu, 2 konduktorów rewizyjnych, 1 ustawiacz, 2 manewrowych, 2 rewidentów wagonów, 1 pomocnik rewidenta, 1 rzemieślnik, 1 elektryk wagonowy

348 **Harmonogram obróbki składu pociągu pasażerskiego przed odjazdem ze stacji w okresie zimy** Tablica 11–4

Lp.	Określenie czynności	Ustalona norma minut	Porządek i czas trwania wykonywanych czynności [min]					
			0	15	30	45	60	75
1	Podstawienie składu pociągu na tor peronowy z grupy torów postojowych	8	——					
2	Wsiadanie podróżnych	4	——					
3	Doczepianie lokomotywy pociągowej do składu i podgrzewanie składu	60	——					
4	Oględziny techniczne	12	——					
5	Próba hamulca przy użyciu lokomotywy pociągowej	15	——					
6	Spisywanie składu przez kierownika pociągu oraz przyjęcie go przez drużynę konduktorską	12	——					
7	Załatwienie formalności u dyżurnego ruchu związanych z odjazdem pociągu, przejście do pociągu i wyprawienie pociągu	10	——					
8	Ogólny czas obróbki	68	——					

Pracownicy zatrudnieni przy obróbce: 1 dyżurny ruchu, 1 kancelista techniczny, 1 kierownik pociągu, 2 konduktorów rewizyjnych, 1 ustawiacz, 3 manewrowych, 2 rewidentów wagonów, 1 pomocnik rewidenta, 1 rzemieślnik, 1 elektryk wagonowy.

11.3.4.2. Obróbka składów pociągów towarowych przejeżdżających tranzytem oraz normy czasowe

Pociągi przejeżdżające tranzytem przez stację Józefów Towarowy, w których zmienia się lokomotywy, są przyjmowane na jeden z torów grupy tranzytowej (nr *3*, *4*, *5*, *6*) skąd po dokonanej obróbce wyprawia się je w dalszą drogę. Porządek i czas trwania wykonywanych czynności przedstawia załączona tablica 11–5.

Harmonogram obróbki składu pociągu na torach grupy tranzytowej stacji rozrządowej ze zmianą lokomotywy Tablica 11–5

Lp.	Określenie czynności	Ustalona norma czasu	Porządek i czas trwania wykonywania czynności [min]				
			0	5	10	15	20
1	Odczepienie i odjazd lokomotywy od pociągu	4	——				
2	Doczepienie i dojazd lokomotywy do pociągu	5		——			
3	Uproszczona próba hamulców	16			——		
4	Ogólny czas obróbki	25	——				

Pracownicy zatrudnieni przy obróbce: 1 dyżurny ruchu, 1 rewident wagonowy, 1 pomocnik rewidenta

11.3.4.3. Obróbka składów pociągów towarowych kończących jazdę oraz normy czasowe obróbki

Pociągi wszystkich kierunków kończące jazdę na węźle Józefów są przyjmowane na jeden z torów grupy przyjazdowej stacji Józefów Towarowy, gdzie wykonywana jest ich obróbka. O zamierzonym wyjeździe pociągu na właściwy tor dysponujący dyżurny ruchu zawiadamia rewidentów wagonów i pracowników zespołu przyjmującego, którzy udają się na wskazany tor i natychmiast po wjeździe pociągu przystępują do przyjęcia go pod względem handlowym i technicznym. Odprawiacz przyjmuje skład pociągu pod względem handlowym na podstawie dokumentów przewozowych, otrzymanych od kierownika pociągu lub drużyny lokomotywowej. Sprawdza stan przesyłek i równocześnie kreduje wagony (loco), pisząc na ścianie bocznej wagonu datę i numer toru lub nazwę punktu ładunkowego, na który ma być podstawiony wagon.

W tym samym czasie wyznaczony pracownik z drużyny manewrowej dyktuje przez radiotelefon — do operatora spisującego przy dyspozytorze stacyjnym — dane potrzebne do sporządzenia odpowiedniej liczby kart rozrządowych, które otrzymują: ustawiacz na górce rozrządowej, ustawiacz płozowych, płozowi i operator hamulców szczękowych, w tym samym czasie rewidenci przyjmują skład pod względem technicznym, kwalifikując uszkodzone wagony do naprawy. Opróżnienia cylindrów hamulcowych, rozłączania przewodów hamulcowych, jak również luzowania sprzęgów śrubowych dokonuje wyznaczony przez ustawiacza manewrowy luzowacz. Normy czasowe i porządek wykonywanych czynności zawiera harmonogram w tablicy 11–6.

Harmonogram obróbki składu pociągu kończącego jazdę na grupie przyjazdowej (przygotowanie składu do rozrządzania) Tablica 11–6

Lp.	Określenie czynnośei	Norma jednostkowa	Ustalona norma minut	Porządek i czas trwania wykonywania czynności [min] 0 10 20 30 40 50
1	Przyjęcie składu pod względem handlowym + oznakowanie i okredowanie wagonów loco	0,6 min/wag.	27	———
2	Oględziny techniczne i drobne naprawy wagonów	0,4 min/oś	44	———
3	Przekazanie danych do operatora stacyjnego w celu sporządzenia kart rozrządowych	0,4 min/wag,	18	———
4	Luzowanie sprzęgów śrubowych, rozłączenie przewodów i opróżnianie cylindrów hamulcowych	0,6 min/wag.	27	———
5	Ogólny czas obróbki	—	54	———

Harmonogram opracowano dla składu 45 wagonów, 110 osi

Pracownicy zatrudnieni przy obróbce: 1 operator, 1 odprawiacz pociągu, 1 kierownik pociągu, 1 manewrowy, 2 rewidentów wagonów, 1 pomocnik rewidenta, 1 dyżurny ruchu manewrowy, 1 dyspozytor stacyjny.

350

11.3.4.4. Obróbka składów pociągów towarowych przy rozrządzaniu oraz normy czasowe obróbki

Po przygotowaniu składu pociągu do rozrządzania na grupie przyjazdowej, lokomotywa manewrowa dojeżdża do składu wagonów, a po ukazaniu się na tarczy sygnałowej, sygnału zezwalającego na jazdę — wpycha skład bezpośrednio z grupy przyjazdowej na górkę rozrządową. W tym czasie ustawiacz za pomocą megafonu informuje płozowych na grupie kierunkowej, jak również nastawniczego nastawni rozrządowej i operatora obsługującego hamulce torowe, o rozpoczęciu spychania składów wagonów z górki rozrządowej.

Podczas spychania wagonów z górki rozrządowej wyznaczony pracownik z drużyny manewrowej za pomocą drążka rozłącza wagony przed grzbietem górki, w miejscach wyznaczonych kartą rozrządową. Wagony staczane z górki rozrządowej na tory kierunkowe są hamowane za pomocą hamulców torowych oraz płozów hamulcowych podkładanych przez płozowych odpowiednio rozstawianych przez ustawiacza.

Po zakończonym rozrządzaniu lokomotywa manewrowa wraz z ustawiaczem tej lokomotywy zjeżdża z górki na tory kierunkowe i dopycha odprzęgi, a druga lokomotywa manewrowa w czasie rozrządzania pierwszego składu zjeżdża na tory przyjazdowe, łączy się z pociągiem przygotowanym do rozrządzania i podpycha pociąg na grzbiet górki.

Pracą manewrową w tym rejonie kieruje ustawiacz, który znajduje się podczas rozrządzania w pomieszczeniu ustawiacza na grzbiecie górki, skąd obserwuje przebieg rozrządzania i w razie potrzeby wydaje za pomocą megafonu dodatkowe polecenia wynikające z konkretnej sytuacji.

Dopychanie odprzęgów powinno być uzgodnione z dyżurnym nastawni „JTB". Normy czasu i porządek wykonywanych czynności przy rozrządzaniu składów z górki rozrządowej zawiera tablica 11–7.

Harmonogram obróbki przy rozrządzaniu składu wagonów z górki rozrządowej

Tablica 11–7

Lp.	Określenie czynnośei	Ustalona norma czasu	Porządek i czas trwania wykonywania czynności [min]			
			0	10	20	30
1	Dojazd lokomotywy manewrowej do składu pociągu przygotowanego do rozrządzania	4	——			
2	Wypychanie składu na grzbiet górki	5	———			
3	Rozrządzanie wagonów z górki	12	———	———		
4	Dopychanie odprzęgów na torach kierunkowych i łączenie wagonów	9			——	
5	Ogólny czas obróbki	30	———	———	———	———

Harmonogram opracowano dla składu 45 wagonów. Pracownicy zatrudnieni przy obróbce: 1 ustawiacz, 4 manewrowych 7 płozowych, 1 operator hamulców szczękowych.

11.3.4.5. Obróbka zestawianych składów pociągów towarowych oraz normy czasowe obróbki

Stacja Józefów Towarowy zestawia pociągi towarowe w kierunku miejscowości: Koryta, Marków, Pawłów i Wolkowo zgodnie z dodatkiem do służbowego rozkładu jazdy część IV.

Pociągi te są zestawiane z wagonów: przejeżdżających, rozrządzanych i pociągów kończących jazdę na stacji, jak również wagonów (loco) zabranych z poszczególnych punktów ładunkowych i bocznic. Pociągi zestawiają lokomotywy manewrowe rejonu nr *3* i *4*.

Lokomotywy rejonu nr *3* podczas rozrządzania z górki rozrządowej grupują wagony na odpowiednich torach relacyjnych, a następnie łączą je podczas dopychania odprzęgów na torach kierunkowych. Przydzieleni do hamowania wagonów płozowi łączą składy wagonów, skręcają sprzęgi śrubowe zestawionego pociągu.

Odprawiacze techniczni pociągów, w miarę gromadzenia się wagonów na torze kierunkowym, spisują skład wagonów na wykazie wagonów w składzie pociągów. Powiadomieni wcześniej przez manewrowego dyżurnego ruchu o serii lokomotywy awizowanej na zestawiony pociąg, w celu maksymalnego wykorzystania obciążenia w zaplanowanej trasie odwozu brutto.

Po zakończeniu spisywania składu pociągowego, odprawiacz techniczny pociągu udaje się do budynku odprawy, skąd odbiera dokumenty przewozowe, równocześnie zgłasza manewrowemu dyżurnemu ruchu zakończenie spisywania składu pociągu.

W rejonie manewrowym nr *3* są zestawiane pociągi wszystkich kierunków za wyjątkiem pociągów zbiorowych. Pociągi zbiorowe wszystkich kierunków formuje lokomotywa rejonu nr *4*.

Zestawienia pociągów dokonuje się z toru wyciągowego nr *310* na końcówkach torów grupy kierunkowej sposobem odstawczym lub odrzutem. Po połączeniu wagonów w podgrupy łączy się je na jednym z torów odjazdowych w zestawiony pociąg.

Podczas rozrządzania wagonów z toru wyciągowego, ustawiacz porozumiewa się radiotelefonem z dyżurnym na nastawni „JTB", ustalając numer toru, na który ma być odstawiony lub odrzucony wagon. Normy czasowe i porządek wykonywanych czynności przy zestawianiu pociągu zawierają tablice 11–8–11–10.

Harmonogram obróbki przy zestawianiu składu pociągu jednogrupowego na torach grupy odjazdowej Tablica 11–8

Lp.	Określenie czynności	Ustalona norma czasu	Porządek i czas trwania wykonywanych czynności [min]				
			0	10	20	30	40
1	Zarabianie hamulca, łączenie i zepchnięcie składu	25	———				
2	Przestawienie składu pociągu na tor odjazdowy	10			———		
3	Ogólny czas obróbki	35	———			———	

Harmonogram opracowano dla składu 45 wagonów. Pracownicy zatrudnieni przy obróbce: 1 dyżurny ruchu, 1 ustawiacz, 2 manewrowych, 1 płozowy.

352 **Harmonogram obróbki przy zestawianiu składu pociągu dwugrupowego na torach grupy odjazdowej** Tablica 11–9

Lp.	Określenie czynności	Ustalona norma czasu	Porządek i czas trwania wykonywanych czynnościei [min] 0 10 20 30 40 50 60
1	Dojazd lokomotywy manewrowej na tor kierunkowy	2	—
2	Porządkowanie (zestawianie w podgrupy) wagonów	30	———————
3	Łączenie zestawionego składu	13	————
4	Przestawienie składu na tor odjazdowy	10	——
5	Ogólny czas obróbki	55	———————————

Harmonogram opracowano dla składu 45 wagonów. Pracownicy zatrudnieni przy obróbce: 1 dyżurny ruchu, 1 ustawiacz, 2 manewrowych, 2 płozowych.

Harmonogram obróbki przy zestawianiu składu pociągu zbiorowego lokomotywą manewrową nr 5 Tablica 11–10

Lp.	Określenie czynności	Ustalona norma czasu	Porządek i czas trwania wykonywanych czynności [min] 0 10 20 30 40 50 60 70
1	Dojazd lokomotywy na tor kierunkowy	2	—
2	Jazda z wagonami na tor wyciągowy	5	——
3	Porządkowanie (podgrupowania) wagonów	48	———————
4	Łączenie zestawianego składu pociągu	15	————
5	Ogólny czas obróbki	70	———————————

Harmonogram opracowano dla składu 45 wagonów. Pracownicy zatrudnieni przy obróbce: 1 dyżurny ruchu, 1 ustawiacz, 2 manewrowych, 2 płozowych.

11.3.4.6. Obróbka składów pociągów towarowych rozpoczynających jazdę ze stacji Józefów oraz normy czasowe obróbki

Po zestawieniu pociągu na wyznaczonym torze grupy kierunkowej stacji Józefów Towarowy, odprawiacz techniczny za pomocą radiotelefonu dyktuje dane potrzebne do odprawy pociągów i sporządzenia wykazu R-7 oraz przygotowania dokumentów przewozowych dla składu pociągu odjeżdżającego. Równocześnie pracownik z drużyny manewrowej dokręca sprzęgi śrubowe i łączy sprzęgi powietrzne.

W tym samym czasie rewidenci wagonów przeprowadzają szczegółowe oględziny pociągu i usuwają stwierdzone usterki, a po doczepieniu lokomotywy, przeprowadzają szczegółową próbę hamulców. Po sporządzeniu wykazu R-7, przygotowaniu dokumen-

tów przewozowych i załatwieniu formalności u dyżurnego ruchu, techniczny odprawiacz udaje się do pociągu, przekazuje drużynie lokomotywowej dokumenty z raportem z jazdy za pokwitowaniem, a następnie oczekuje na wyprawienie pociągu. Normy czasu i porządek wykonywanych czynności przy obróbce zawiera tablica 11–11.

Harmonogram obróbki składu pociągu towarowego rozpoczynającego jazdę ze stacji

Tablica 11–11

Lp.	Określenie czynności	Norma jednostkowa	Ustalona norma czasu	Porządek i czas trwania wykonywanych czynności [min]				
				0	20	40	60	80
1	Uzupełnienie i dokręcenie sprzęgów śrubowych i łączenie przewodów	0,5 min/wag.	22,5	———				
2	Przyjęcie i spisanie składu pociągu	0,8 min/wag.	36,0	———				
3	Oględziny techniczne i drobne naprawy	0,4 min/oś	44,0	———				
4	Szczegółowa próba hamulca	zgodnie z instr. Mw-56	38,0		———			
5	Wybieranie listów przewozowych	0,35 min/wag.	15,5	———				
6	Załatwienie formalności związanych z odjazdem pociągu u dyżurnego ruchu i dojście do pociągu	8 min/poc. +7 min/doj.	15,0	———				
7	Ogólny czas obróbki	—	82,0	———				

Harmonogram opracowano dla 45 wagonów, 110 osi. Pracownicy zatrudnieni przy obróbce: 1 dyżurny ruchu, 2 odprawiaczy technicznych, 1 odprawiacz pociągu, 1 manewrowy, 2 rewidentów, 1 pomocnik rewidenta, 2 rzemieślników.

11.3.4.7. Obróbka wagonów miejscowych (loco) oraz normy czasowe obróbki

Wagony miejscowe (loco) przyjeżdżają do węzła Józefów wszystkimi pociągami kończącymi jazdę na grupie przyjazdowej stacji Józefów Towarowy.

Wagony przeznaczone do stacji Józefów Osobowy grupuje się na torach nr *228* i w razie potrzeby na torze nr *238*, a następnie przekazuje pociągami zdawczymi do stacji Józefów Osobowy, gdzie lokomotywami rejonu nr *1* i *2* podstawia się je na właściwe punkty ładunkowe i bocznice, zgodnie z planem obsługi stacji. Wagony loco stacja Józefów Towarowy z toru nr *235* lokomotywą manewrową nr *5* zestawia w podgrupy na poszczególne punkty ładunkowe i bocznice z toru wyciągowego nr *310*, na końcówkach torów grupy kierunkowej, a następnie podstawia na poszczególne punkty ładunkowe

354 Harmonogram obróbki wagonów miejscowych (loco) od przybycia do podstawienia na punkty ładunkowe i bocznice

Tablica 11–12

Lp.	Określenie czynności	Ustalona norma czasu	Porządek i czas trwania wykonywanych czynności [min] 0 100 200 300 400 500 600
	(dane wspólne dla wszystkich punktów ładunkowych i bocznic)		
1	Obróbka składów pociągów na grupie torów przyjazdowych	54	—
2	Oczekiwanie na kolejność rozrządzania	76	——
3	Rozrządzanie składu przybyłego pociągu	30	—
4	Oczekiwanie na pogrupowanie, łączenie z czasem przekazania do właściwego rejonu	185	——
5	Zestawienie wagonów w podgrupy, pogrupowanie wagonów loco na punkty ładunkowe i bocznice	60	——
6	Oczekiwanie wagonów loco na podstawienie na punkty ładunkowe	59	—
7	Ogólny czas obróbki	464	——
Rejon manewrowy nr 1			
8	Dojazd i obsługa bocznic: Meble	10	—
9	Centrostal	10	——
10	Iskra	25	—
11	Społem	15	—
12	Przeładunek	10	—
13	PSK	20	——
14	Tory ogólne Lipno Os.	35	——
15	Ogólny czas obróbki	125	589 ——

i bocznice, zgodnie z planem obsługi stacji. Podstawianie wagonów odbywa się na podstawie wykazów zdawczych R-25, sporządzonych przez członków odprawy pociągów, przekazywanych dyżurnemu ruchu, manewrowemu lub peronowemu (w zależności od rejonu), ten z kolei dostarcza je ustawiaczom obsługującym bocznice i punkty ładunkowe.

Ustawiacz po otrzymaniu wykazów zdawczych sprawdza liczbę i stan wagonów, a następnie po zestawieniu w podgrupy podstawia je na poszczególne punkty ładunkowe i bocznice, wskazane w wykazie zdawczym, w godzinach wyznaczonych planem obsługi stacji.

Harmonogram obróbki wagonów miejscowych loco od ukończenia czynności ładunkowych do odjazdu ze stacji Tablica 11–13

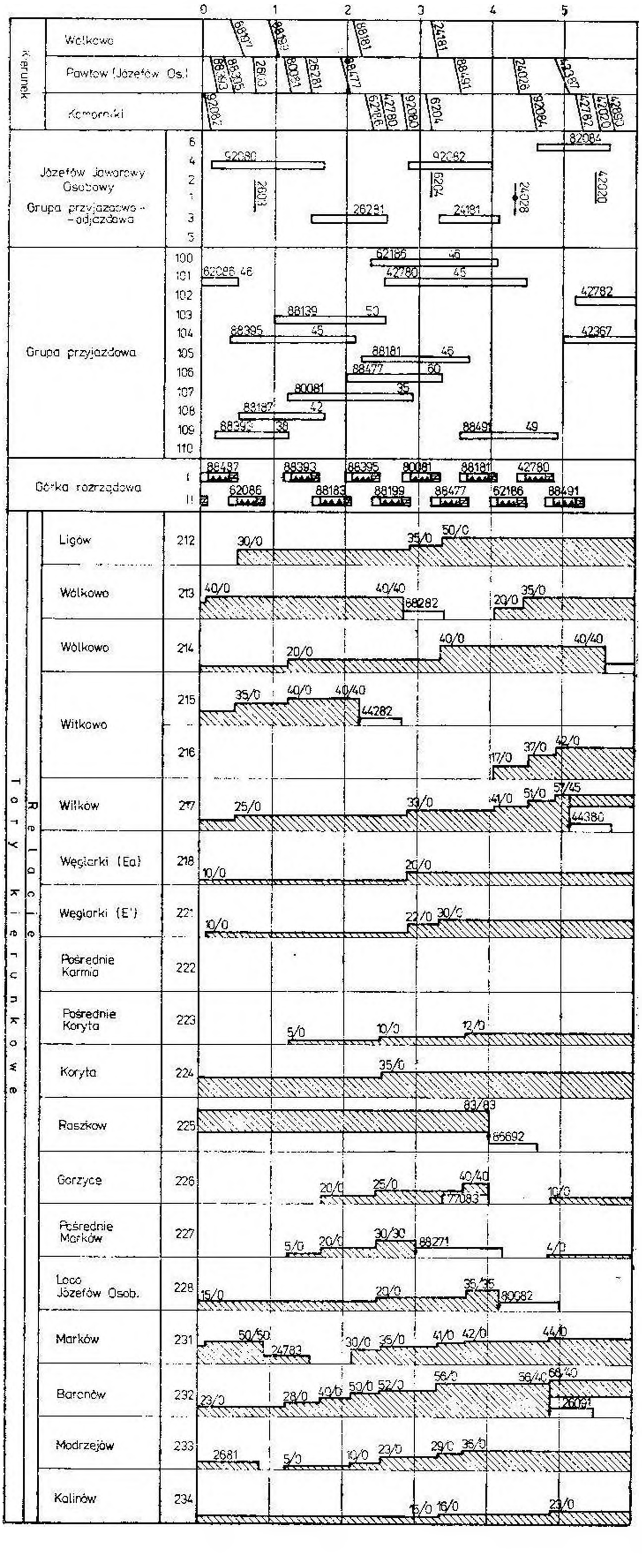
Lp.	Określenie czynnośei	Ustalona norma czasu	Porządek i czas trwania wykonywania czynności [min]				
			0	200	400	600	800
1	Oczekiwanie na zabranie wagonów po ukończeniu czynności ładunkowych	30	—				
2	Jazda z punktu ładunkowego lub zespołu bocznic na tor odstawczy	30	—				
3	Oczekiwanie na kolejność rozrządzania łącznie z czasem przekazywania do właściwego rejonu rozrządzania	130	—				
4	Rozrządzanie wagonów	30	—				
5	Oczekiwanie wagonów na torze kierunkowych na włączenie do pociągu i zestawienie składu	152	—				
6	Obróbka składu pociągu na grupie torów odjazdowych i oczekiwanie na odjazd	120	—				
7	Ogólny czas obróbki	492	—				

Pracownicy zatrudnieni przy obróbce: zgodnie z planem składu drużyn manewrowych w poszczególnych rejonach manewrowych.

Wszystkie formalności związane z przyjmowaniem i zdawaniem wagonów na punkty ładunkowe i bocznice załatwiają magazynierzy handlowi, przydzieleni do poszczególnych rejonów bocznicowych lub torów ogólnych. W czasie obsługi punktów ładunkowych i bocznic ustawiacz równocześnie z podstawieniem zabiera gotowe wagony na podstawie wykazu R-27.

Wagony zabrane z poszczególnych punktów ładunkowych i bocznic w rejonie stacji Józefów Osobowy są grupowane na jednym z torów postojowych, zestawiane w pociągi zdawcze i przekazywane do Józefowa Towarowego. Wagony zabrane z poszczególnych punktów ładunkowych i bocznic stacji Józefów Towarowy są doczepiane do pociągów kończących jazdę na grupie przyjazdowej, a następnie po rozrządzeniu z górki rozrządowej (również z pociągów zdawczych) trafiają na właściwe tory relacyjne, skąd odjeżdżają w dalszą drogę do stacji przeznaczenia.

Po podstawieniu i zabraniu wagonów (obsługa poszczególnych punktów ładunkowych i bocznic) ustawiacz postępuje zgodnie z obowiązującymi przepisami i instrukcjami (wydanymi w tym zakresie), a po wykonaniu obsługi wszystkie spostrzeżenia i uwagi zgłasza: dyżurnemu ruchu manewrowemu lub peronowemu (w zależności od rejonu) oni zaś — dyspozytorowi węzła i naczelnikowi stacji. Normy czasowe i porządek wykonywanych czynności przy obróbce wagonów miejscowych (loco) zawierają tablice 11–12, 11–13. Fragment graficznego planu pracy węzła Józefów przedstawiono na rysunku 11.12.



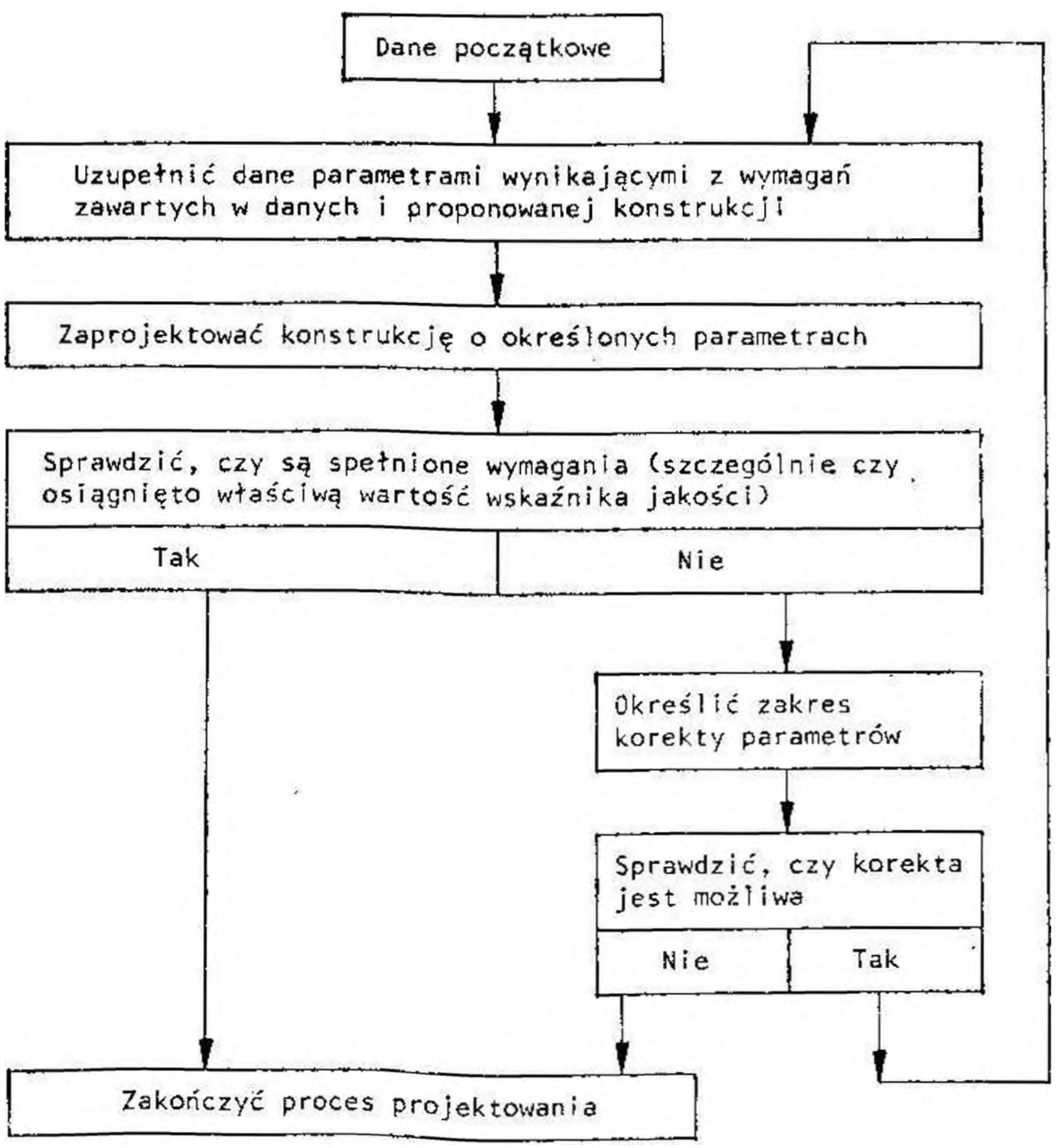
11.12. Fragment graficznego planu pracy węzła Józefów

12

Metody i przykłady projektowania

12.1. Metody projektowania

Działanie systemów projektujących opiera się na stosowanych świadomie i systematycznie wielu metodach projektowania, a mianowicie:
— metoda prób i błędów,
— metoda podobieństwa,
— metoda IDEALS,



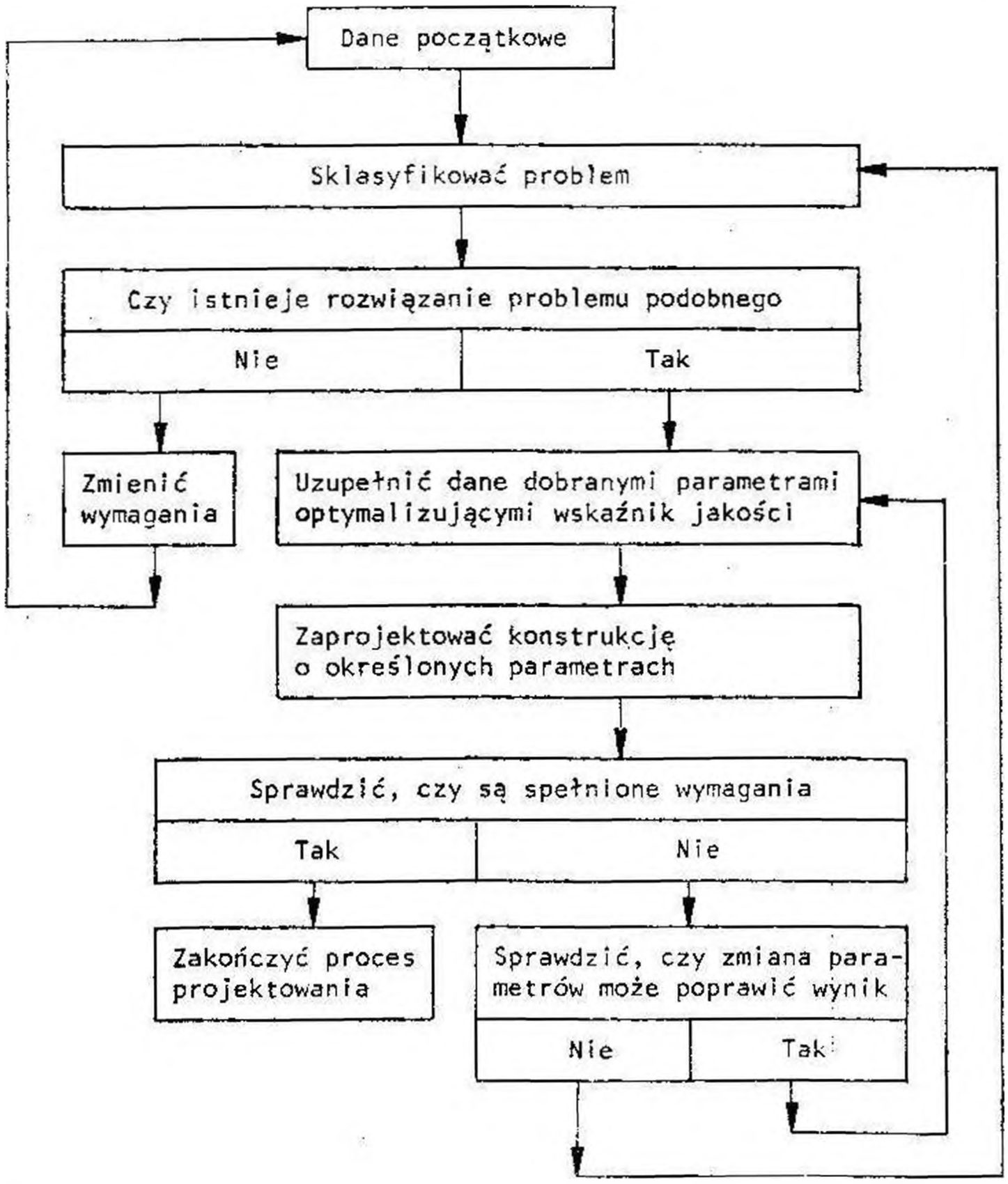
12.1. Schemat postępowania przy zastosowaniu metody prób i błędów [35]

— metody optymalizacyjne,
— metody symulacyjne i inne

Metoda prób i błędów jest metodą klasyczną służącą do wykonywania prostych projektów. Polega na wielokrotnym powtarzaniu procedury próby opracowania projektu (rys. 12.1), [35] z uwzględnieniem przypuszczalnych błędów popełnionych w poprzednim cyklu projektowania.

Błędy wykrywane podczas modelowania, konstruowania prototypu czy projektowania oraz analizy rozwiązania i użytkowania są korygowane podczas syntezy nowej wersji. Stosowanie tej metody powoduje, że wersja końcowa powstaje bardzo powoli, ale jest przeważnie wysoko oceniana, jeżeli tylko rozwój techniki nie przerwie procesu jej tworzenia. Większość nowych elementów, systemów czy urządzeń projektuje się według tej metody. Dotyczy to również urządzeń stosowanych w kolejnictwie, z których wiele jest ciągle ulepszanych, modernizowanych itd.

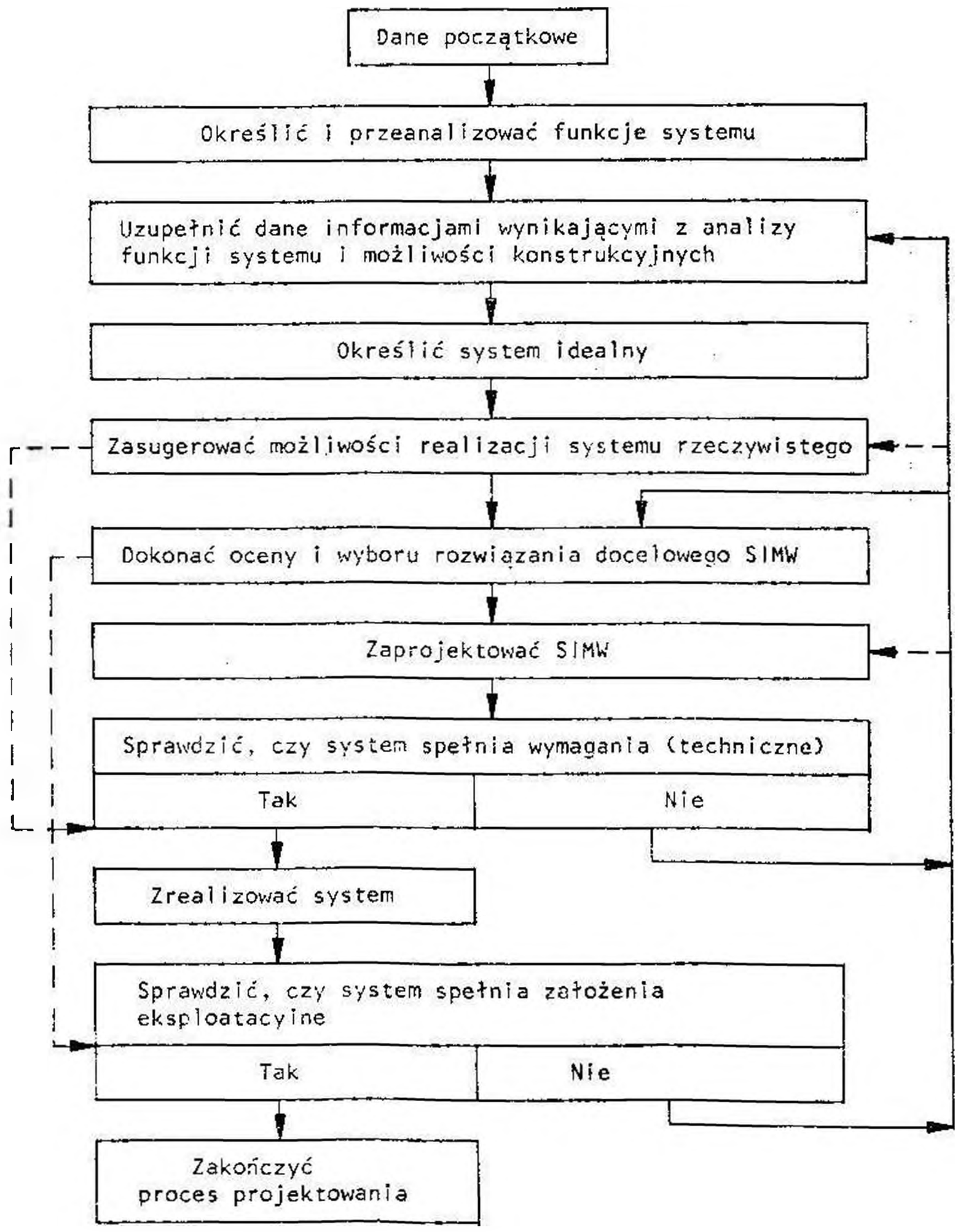
Metodą podobieństwa wykonuje się projekty o w przybliżeniu ustalonej strukturze, zbliżonej do struktur już znanych. Procedura projektowania (rys. 12.2) polega na ustalaniu: elementów, mających wpływ na wskaźniki jakości, zakresu parametrów tych elementów i opracowaniu struktury systemu spełniającej wymagania. W wyniku zasto-



12.2. Schemat postępowania przy zastosowaniu metody prawdopodobieństwa

sowania metody otrzymuje się układy nie zawsze optymalne. Nie pozwala ona również na szybkie uzyskanie wyników (projektów), nadających się do praktycznego wykorzystania. Stosuje się ją w kolejnictwie przy projektowaniu różnych, ale zbliżonych co do wielkości stacji.

Metoda IDEALS (Ideal Desing of Effective and Logical Systems) opiera się na założeniu, że istnieje teoretyczny system idealny, który pozwala na osiągnięcie maksymalnych efektów przy minimalnych nakładach. Projektowanie takiego systemu jest oczywiście niemożliwe, ale uwzględniając określone ograniczenia, można przewidzieć istnienie tzw. maksymalnego systemu idealnego, realizującego wszystkie podstawowe funkcje. Realizacja takiego systemu jest możliwa w przyszłości, po przeprowadzeniu niezbędnych badań i udoskonaleń. System ten służy jako wzorzec do tworzenia systemu rzeczywistego, zgodnie z aktualnymi możliwościami. Do projektowania natychmiast realizowanego systemu należy wykorzystać, tzw. system idealny, możliwy do wykonania (SIMW),

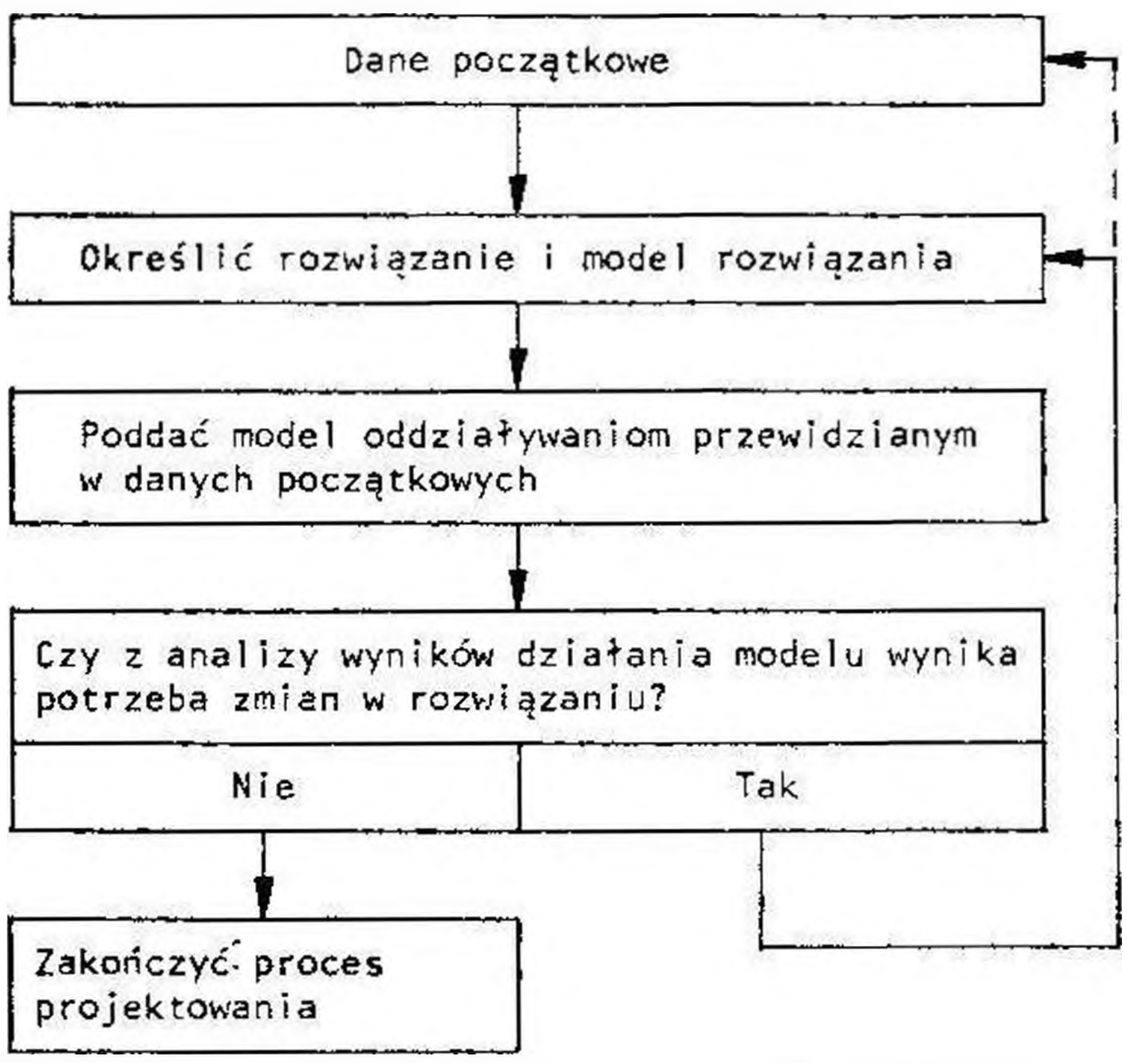


12.3. Schemat postępowania przy zastosowaniu metody IDEALS

który realizuje podstawowe funkcje na podstawie rozwiązań technicznych i organizacyjnych. Należy projektować kilka SIMW, spośród których wybiera się jeden jako zalecany (docelowy) system idealny, możliwy do wykonania. System zalecany powinien w możliwie największym stopniu wykorzystywać rozwiązania proponowane dla systemu maksymalnego, gdyż tylko wówczas efektywność społeczna proponowanego rozwiązania będzie zbliżona do możliwie największej.

Procedura postępowania (rys. 12.3) przy wykorzystaniu metody IDEALS pozwala na przejścia iteracyjne w tył i przód (linie przerywane na rys. 12.3), przy zachowaniu zasadniczego kierunku działania. Metodą tę należy zaleceń do projektowania systemów przyszłościowych i nowych urządzeń oraz do opracowania typowych projektów itp.

Metody optymalizacyjne, wykorzystujące zasady obliczeń optymalizacyjnych, polegają na znalezieniu ekstremum funkcjonału zmiennych stanu procesu (sterowanego) i zmiennych sterujących, z uwzględnieniem ich ograniczeń. Konieczne jest opisanie systemu (rys. 12.4) metodami matematycznymi, a następnie zaprojektowanie sterowa-



12.4. Schemat postępowania przy zastosowaniu metody symulacyjnej

nia optymalnego za pomocą odpowiednich metod teorii sterowania (rachunek wariancyjny, zasada maksimum, programowanie dynamiczne, itd.).

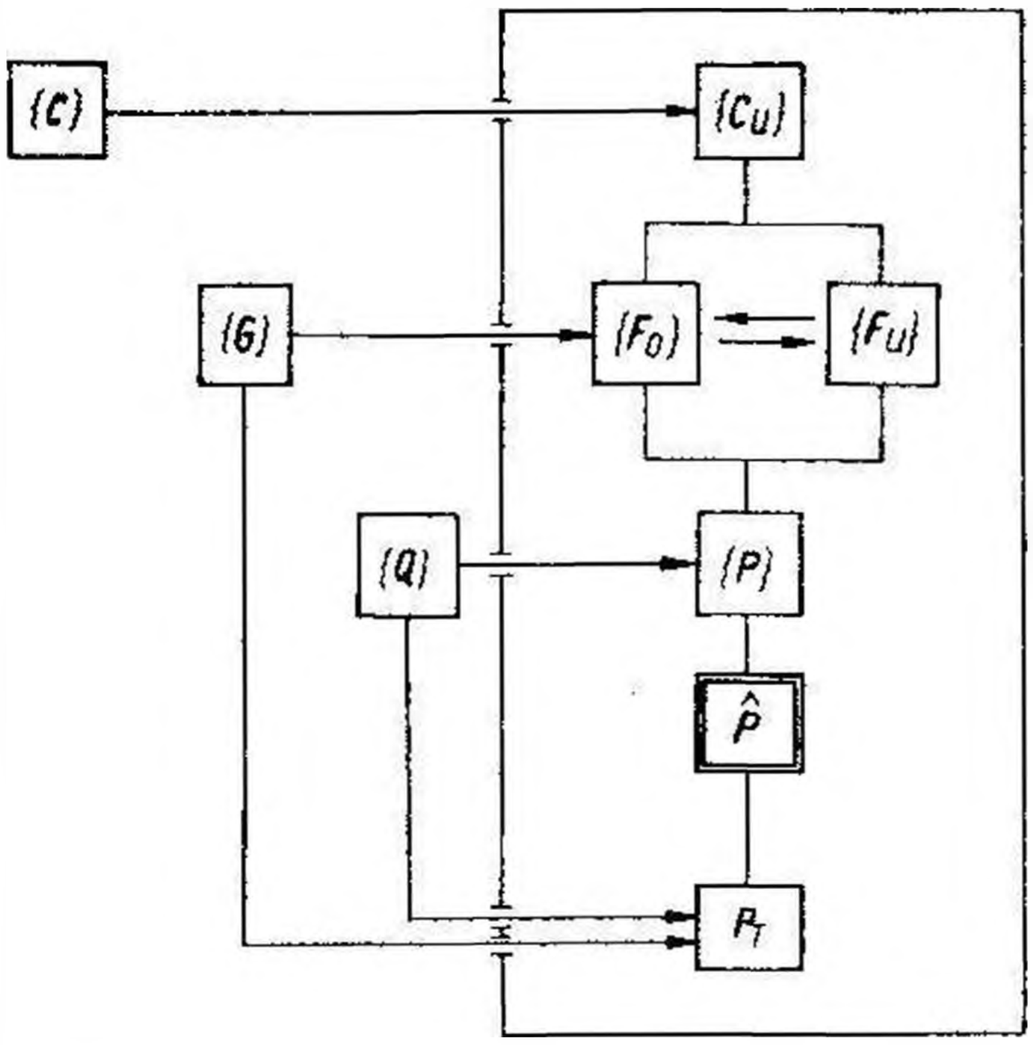
Metody te mogą być wykorzystywane do projektowania prostych układów czy elementów. Jeżeli jako wejście i wyjście przyjmie się nie tylko wielkości określające wzajemne oddziaływanie systemu i otoczenia, ale również jako miejsce w przestrzeni, przez które przechodzą te oddziaływania, to jest możliwe określenie w sposób rachunkowy nie tylko struktury systemu (relacji wewnątrz systemu), ale również i pewnych właściwości (cech) systemu.

Metody symulacyjne w dużym stopniu wykorzystują modele (zwłaszcza matematyczne) istniejących projektowanych systemów. Model jest poddawany różnorodnym oddziaływaniom, zgodnym z przewidywanymi oddziaływaniami na system rzeczywisty.

Bada się też skutki tego oddziaływania, jakie mogą pojawić się w działaniu systemu rzeczywistego. Jeżeli w wyniku oceny rezultatów zachodzi potrzeba zmiany struktury systemu, to zmianę tę wykonuje się jednocześnie w systemie rzeczywistym lub jego projekcie i w modelu, poddając model dalszym badaniom. Jest to więc nowoczesna wersja metody prób i błędów, uzupełniona ewentualnie metodą optymalizacyjną, pozwalającą na wcześniejsze i szybsze wykrywanie braków systemu rzeczywistego oraz na korygowanie błędów, zanim nastąpi rzeczywista realizacja systemu.
Wykorzystywanie tej metody jest możliwe do projektowania systemów dużych, kosztownych lub takich, których badanie w czasie normalnej eksploatacji jest znacznie utrudnione, a eksploatacja próbna może nie dać szans na ujawnienie mało prawdopodobnych przypadków użytkowania, istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa lub sprawności systemu. Systemem takim może być np. stacja rozrządowa.

12.2. Podstawowa struktura inferencyjna procesu projektowania

Każdy proces projektowania, w szczególnym przypadku i proces projektowania stacji kolejowej, można przedstawić w postaci układu logicznych, spójnych i powiązanych ze sobą procedur decyzyjnych. Podstawowa struktura inferencyjna procesu projektowania jest przedstawiona na rysunku 12.5 [22].



12.5.
Podstawowa inferencyjna struktura procesu projektowania [22]
{C} — cel, zadanie projektowe, $\{C_u\}$ — uściślony cel zadania projektowego (dane wyjściowe), $\{F_u\}$ — funkcja celu, $\{F_o\}$ — obiekty, {G} — ograniczenia projektowe, {P} — zbiór wariantów projektu realizowanego, {Q} — kryteria wyboru (oceny), $\hat{P}$ — projekt najlepiej spełniający cel zadania projektowego, P_T — projekt szczegółowy techniczny

Przed projektantem, którym może być zespół projektowy lub jeden specjalista, jest postawione zadanie projektowe, określające cele, które chce osiągnąć zleceniodawca. Cele te są wyrażone w sposób jakościowy lub ilościowy i tworzą zbiór celów.

$$\{C\} \stackrel{df}{=} \{C_1, C_2, \ldots, C_l\}$$

W procesie projektowania zadanie to jest poddawane wstępnej analizie, po której (o ile zachodzi potrzeba) uściśla się zadanie, a więc i cel. Mogą pojawić się parametry uzupełniające, dodatkowe uwarunkowania — szczególnie dotyczące oczekiwanej efektywności osiągnięcia celu i kosztów z tym związanych. Podjęcie decyzji o rozpoczęciu procesu projektowania może nastąpić tylko po uściśleniu zadania projektowego.

Zbiór uściślonych celów $\{C_u\} \stackrel{df}{=} \{C_{u1}, C_{u2}, \ldots, C_{ul}\}$ stanowi dane wyjściowe do projektowania.

Po podjęciu decyzji rozpoczyna się zasadniczy proces projektowania. Wiodącym zagadnieniem jest opracowanie strony funkcjonalnej, która w projektowaniu często jest określana jako proces technologiczny $\{F_u\} \stackrel{df}{=} \{F_{u1}, F_{u2}, \ldots, F_{um}\}$. Równolegle z tym opracowuje się kilka wariantów projektu obiektu lub układu obiektów, w których będzie realizowany proces technologiczny. Projektowany w kilku wariantach obiekt jest w istocie modelem zagospodarowania przestrzeni przy użyciu odpowiedniego materiału $\{F_o\} \stackrel{df}{=} \{F_{o1}, F_{o2}, \ldots, F_{on}\}$. Jest to więc forma, w której materializuje się rozważana funkcja.

Kształtowanie i zagospodarowanie przestrzeni musi odbywać się zgodnie z prawami przyrody i przy użyciu materiału o określonych wymiarach geometrycznych i właściwościach fizykochemicznych. Kształtowanie formy musi więc spełniać określone wymagania, które są zbiorem ograniczeń $\{G\} \stackrel{df}{=} \{G_1, G_2, \ldots, G_r\}$.

W rezultacie powstają warianty rozwiązań projektowanych $\{P\} \stackrel{df}{=} \{P_1, P_2, \ldots, P_s\}$. Są one modelami przyszłego obiektu lub układu obiektów, wypełniającymi podstawowe zadania i wszystkie wymagania, jakie są sformuowane w zbiorze ograniczeń.

Zbiór wariantów projektowych stanowi więc **zbiór rozwiązań realizowalnych.** Zgodnie z zasadą racjonalnego działania, należy wybrać wariant najlepszy. Podstawę wyboru stanowią kryteria, których zbiór oznacza się $\{Q\} \stackrel{df}{=} \{Q_1, Q_2, \ldots, Q_p\}$. Wybrany wariant $\hat{P}$ jest więc rozwiązaniem najlepszym, czyli optymalnym w zbiorze rozpatrywanych wariantów. Wariant ten stanowi tzw. **projekt zasadniczy,** który jest szczegółowo opracowany w taki sposób, by sprostał odpowiednim wymaganiom co do szczegółowych ograniczeń danych zbiorami G i kryteriów Q.

Dzięki opracowaniu szczegółowemu może powstać projekt techniczny P_T. Projekt techniczny stanowi więc szczegółowe opracowanie projektu zasadniczego, umożliwia on jednoznaczną realizację obiektu zgodnie z projektem zasadniczym.

W praktyce projekt zasadniczy — uzupełniony zgodnie z wymogami określonymi w obowiązujących przepisach — jest nazywany **założeniami techniczno-ekonomicznymi** (zte).

W omawianym opisie inferencyjnej struktury procesu projektowania użyto podstawowych pojęć występujących w metodologii projektowania inżynierskiego:

— projektant — zespół projektowy,
— cel projektowania — zadanie projektowe $\{C\}$,
— uściślony cel projektowania — dane wyjściowe $\{C_u\}$,
— funkcje celu projektowania — procesy technologiczne $\{F_u\}$,
— obiekt projektowy — układ obiektów, ogólnie forma — kształtowanie i wymiarowanie, jako materializacja funkcji celu $\{F_o\}$,

— ograniczenia projektowe {G},
— projekty realizowalne — warianty projektu {P},
— ocena stopnia realizacji celu według ustalonych kryteriów {Q},
— projekt zasadniczy (realizowalny) najlepiej spełniający cel projektowania $\hat{P}$,
— projekt techniczny — projekt szczegółowy P_T.

12.3. Zadanie projektowe — dane wyjściowe

W zadaniu projektowym, które otrzymuje do wykonania projektant, można wydzielić trzy kategorie danych:

1. Dane opisujące cel projektowania, który jest podany w formie opisowej lub skwantyfikowanej.
2. Zbiór ograniczeń, do których należą:
   — wybrane przez zlecającego parametry techniczno-eksploatacyjne typu obligatoryjnego, bądź zalecane do spełnienia,
   — inne ograniczenia podane w formie opisowej, nieskwantyfikowane.
3. Zbiór wymagań, które można zaliczyć do kryteriów oceny projektu:
   — kryteria skwantyfikowane (wskaźniki), które mają charakter obligatoryjny bądź są zalecane do spełnienia,
   — wymagania podane w formie opisowej.

Zadanie projektowe nie zawiera wszystkich ograniczeń {G} i kryteriów (wskaźników) oceny {Q} projektu, zakłada się bowiem, że nie wymienione w zleceniu ograniczenia i kryteria zostaną uzupełnione zgodnie ze specyfiką każdego procesu projektowania. Wiele ograniczeń i kryteriów wynika z obowiązujących norm i przepisów dotyczących projektowania.

Rekapitulując, zadanie projektowe — sformułowane przez zlecającego — zawiera opis celu oraz wyróżnione ograniczenia i kryteria oceny, które są często niekompletne i wymagają uściślenia, bądź uzupełnienia.

Do zadań projektanta należy m. in. określenie pełnego zbioru ograniczeń i kryteriów. Ponieważ między ograniczeniami i kryteriami istnieją określone relacje, projektant musi więc wstępnie przeanalizować, czy nie występują sprzeczności w relacjach sformułowanych przez zlecającego.

W praktyce, szczególnie dla dużych i złożonych przedsięwzięć inwestycyjnych, na etapie uściślenia zadania projektowego opracowuje się **studium przedprojektowe,** które zawiera **koncepcję programową.** Koncepcja programowa zawiera wówczas uściślenie celu. Jeżeli jest omawiane nowe przedsięwzięcie, którego rozwiązań technicznych nie regulują obowiązujące warunki techniczne projektowania, należy opracować stosowne wytyczne techniczne projektowania, poprzedzające studium przedprojektowe.

W ten sposób następuje uściślenie celu projektowania i sformułowanie przez projektanta zbioru $\{C_u\}$ w uzgodnieniu ze zleceniodawcą. Tak uściślony cel stanowi dane wyjściowe do projektowania.

Do oceny i konsultacji złożonych zadań projektowych jest ustanowiony organ opiniodawczo-konsultacyjny, złożony z ekspertów (znawców) przedmiotu projektowanego i metod projektowania.

12.4. Zasada zachowania równowagi ekologicznej

Jedną z zasad podstawowych stosowanych w metodologii projektowania jest zasada zachowania równowagi ekologicznej.

Człowiek w swojej działalności inżynierskiej interweniuje w naturę nie tylko zużywając surowce nieodnawialne, lecz narusza równowagę ekologiczną.

W efekcie może nastąpić degradacja środowiska naturalnego szczególnie tam, gdzie występuje nadmierna koncentracja procesów przetwórczych.

Gdyby istniała możliwość obliczania szkód wyrządzonych środowisku, czynnik ten można by było uwzględnić przy wyborze rozwiązań wariantowych, przeprowadzając odpowiedni rachunek ekonomiczny.

Obecny stopień wiedzy dotyczącej prawa zachowania równowagi ekologicznej i ocena naruszenia tej równowagi są niewystarczające. W praktycznej działalności sprowadza się do tzw. ochrony naturalnego środowiska człowieka, a w szczególności do ochrony:

— atmosfery przed zanieczyszczeniem,
— wody przed zatruciem,
— gleby i lasów przed degradacją,
— zachowania istniejących stosunków wodnych w gruntach itp.

Do szczególnie groźnych szkód może doprowadzić zanieczyszczenie atmosfery dwutlenkiem siarki, który jest podstawowym składnikiem „kwaśnego deszczu", wyjaławiającego glebę.

Szkody wyrządzone przez człowieka w środowisku naturalnym mogą być natychmiastowe, ale mogą ujawniać się dopiero po upływie pewnego czasu, kiedy naruszona równowaga dynamiczna wywołała już postępującą degradację systemu ekologicznego.

Zagadnieniami dotyczącymi ochrony środowiska zajmuje się **sozologia,** czyli specjalna gałąź nauki, która bada przyczyny i skutki przemian, zachodzących w systemach ekologicznych w wyniku działalności gospodarczej człowieka, poszukuje sposobów łagodzenia ujemnych następstw tych przemian oraz sposobów zapobiegania degradacji środowiska.

Na przykład w projektowaniu stacji kolejowych jest obowiązkowe ograniczenie interwencji w środowisko przyrodnicze. Budowa stacji narusza stan powierzchni ziemi. Środowiska przyrodnicze stanowią lasy, wody powierzchniowe, łąki, bagna i tereny uprawy rolnej. Wykonywanie przekopów, głębokich rowów kolektorów odwadniających, ukopów powoduje obniżenie poziomu wody gruntowej. Posadowienie nasypów, wykonanych z gruntów mało przepuszczalnych, na słabych, nasiąkniętych wodą gruntach, może spowodować zahamowanie odpływu wody gruntowej i wówczas nastąpi zabagnienie terenu. Przecięcie obszaru leśnego stacją, zmienia warunki ekologiczne na dość szerokich pasmach lasu przyległych do drogi, zwiększając tam nasłonecznienie, zmniejszając wilgotność i umożliwiając dostęp wiatru do wnętrza lasu, który zmienia warunki wegetacji drzew. Stąd przy projektowaniu stacji kolejowych zaleca się omijanie lasów, zachowując otuliny lasu grubości co najmniej 1 km. Najwartościowsze lasy (parki narodowe, krajobrazowe, rezerwaty przyrody) są chronione przez prawo.

Ograniczenie interwencji w środowisko przyrodnicze wymaga racjonalnego kształtowania i lokalizacji stacji kolejowych.

Zasada równowagi ekologicznej znajduje praktyczny wyraz w strukturze procesu projektowania, przez wprowadzenie określonych ustaleń normatywnych wchodzących w przestrzeń ograniczeń.

12.5. Zasada jedności funkcji i formy w trójwymiarowej przestrzeni geometrycznej

Projektowanie inżynierskie ma dwoistą naturę. Projektant otrzymuje zadanie projektowe w postaci zbioru celów, których synteza następuje w procesie technologicznym, jaki będzie realizowany w przyszłym obiekcie lub układzie obiektów. Równolegle projektant obmyśla formy obiektów, w których będzie realizowany ten proces technologiczny, czyli ujmując syntetycznie harmonizuje on funkcję i formę w konkretnej trójwymiarowej przestrzeni geometrycznej (tworzy ich jedność). Formowanie w przestrzeni geometrycznej wymaga doboru kształtów zgodnych z funkcją, czyli doboru struktury funkcjonalnej oraz tworzywa, z którego obiekt będzie realizowany.

Funkcja określa proces technologiczny, natomiast forma określa kształtowania obiektu, tzn. dobór tworzywa, wymiarowanie i szczegółowe konstruowanie.

Racjonalne zagospodarowanie przestrzenne, pomimo nadrzędności funkcji współdecyduje w końcowym efekcie o optymalnej kompozycji funkcji $\{F_u\}$ i formy $\{F_o\}$. Nie istnieje projektowanie w próżni, zawsze bowiem powstają relacje funkcjonalno-przestrzenne i przestrzenno-konstrukcyjne.

Przestrzeń należy do szczególnie cennych zasobów, zarówno w skali makro, gdy jest rozważane kształtowanie zagospodarowania przestrzennego aglomeracji, regionu, kraju, czy też poszczególnych regionów świata, jak i w skali mikro, gdy chodzi o zagospodarowanie przestrzeni określonego obiektu.

Urbaniści określają projektowanie jako sztukę organizowania przestrzeni, a sam proces projektowania często nazywają kształtowaniem określonych układów. Zbliżony pogląd wyrażają architekci, ustalając, że podstawowym problemem teorii architektury jest identyfikacja formy i funkcji, identyfikacja czynników tworzących lub oddziaływujących na kształtowanie formy architektonicznej, a weryfikatorem optymalnych rozwiązań stają się również wrażenia estetyczne.

Ta szczególna rola przestrzeni występuje i w dziedzinach, do których należy inżynieria komunikacyjna.

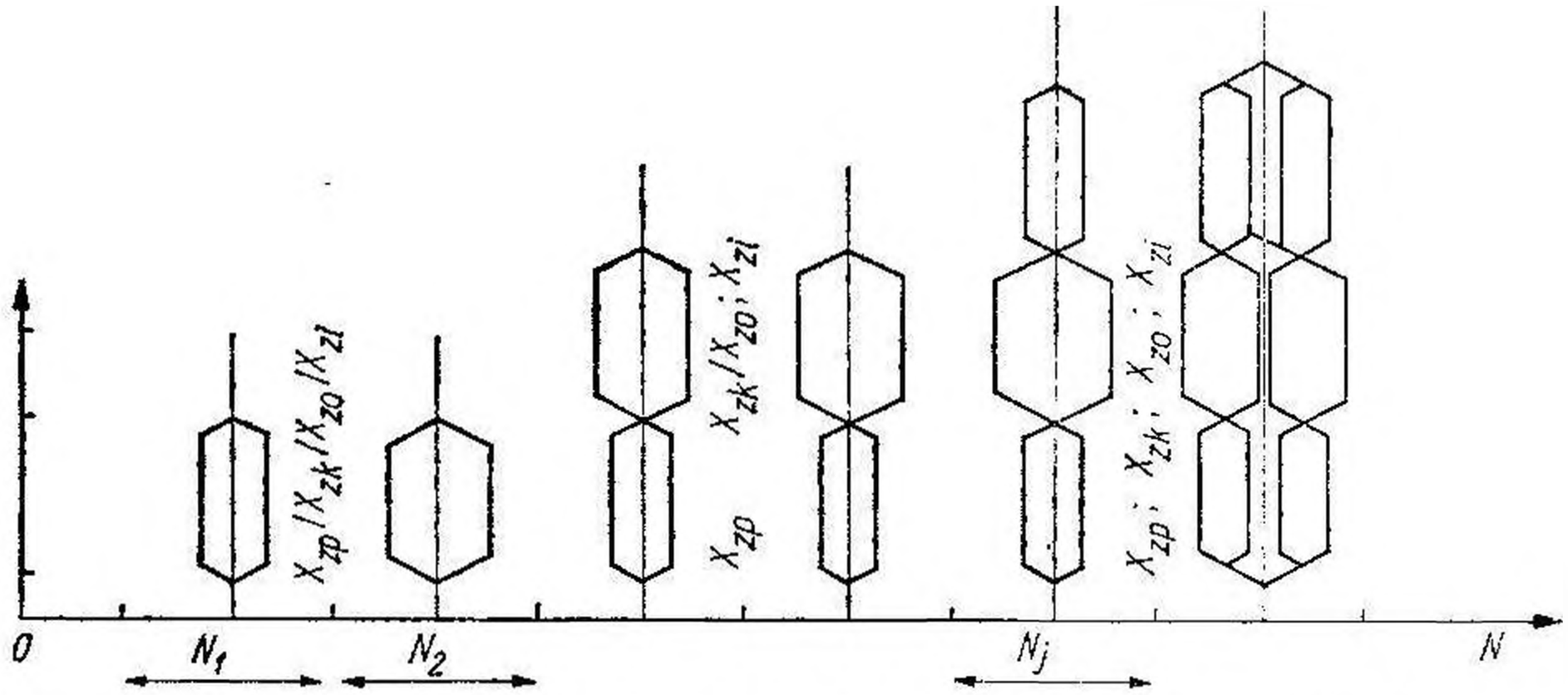
Optymalne współzależności funkcji i formy, uwzględniające wszystkie aspekty przyszłej realizacji i użytkowania projektowego obiektu lub układu obiektów stanowią istotę **kompozycji** w projektowaniu.

Zgodność funkcji i formy, ich harmonizacja przestrzenna stanowią istotną część projektowania inżynierskiego, także w procesie tworzenia projektu zasadniczego. Dane wyjściowe stanowią zbiór projektowych zmiennych decyzyjnych już ustalonych $\{X_w\}$. Elementami tego zbioru są parametry wyjściowe dla projektu zasadniczego.

Na etapie projektu zasadniczego należy wydzielić i ustalić podzbiory zasadniczych projektowych zmiennych decyzyjnych $\{X_z\}$. Tyle będzie podzbiorów ile rozważanych wariantów. Przy tym będą występowały dwa podstawowe rodzaje zmiennych zasad-

niczych: geometryczna, operująca w trójwymiarowej przestrzeni euklidesowej, oraz fizyczne, które łącznie **tworzą przestrzeń funkcjonalno-strukturalną.**

Na przykład przy projektowaniu stacji rozrządowej, aby wybrać optymalną strukturę zasadniczą, buduje się przestrzeń rozwiązań funkcjonalno-strukturalnych (rys. 12.6).



12.6. Przestrzeń rozwiązań funkcjonalno-strukturalnych dla stacji rozrządowej

Podstawowym parametrem wyjściowym ze zbioru $\{X_w\}$ jest wymagana zdolność przetwórcza projektowanej stacji; na rysunku 12.6 jest to oś N.

Każdą oddzielną strukturę opisuje zbiór uogólnionych zasadniczych zmiennych projektowych $\{X_z\}$. Na rysunku 12.6. są zaznaczone przykładowo trzy podstawowe zmienne projektowe, określające konfigurację wraz z liczbą torów:

X_{zp} — dla grupy torów przyjazdowych,

X_{zk} — dla grupy torów kierunkowych,

X_{zo} — dla grupy torów odjazdowych.

Pozostałe zmienne projektowe stanowią zbiór $\{X_{zi}\}$ niezbędnych parametrów, ustalających dany wariant projektowy.

Zbiór zasadniczych zmiennych projektowych jednoznacznie opisuje dany wariant projektu. W przestrzeni strukturalnej są badane zmiany ilościowe i jakościowe poszczególnych wariantów w funkcji parametrów wyjściowych $\{X_w\}$. Zmienne X_z są funkcjami X_w, tj. $X_z = X_z(X_w)$.

Na opis całego projektu P składa się uporządkowany zbiór P_i — tych elementarnych struktur.

$$P = \{P_1 = P_i(X_z, X_w),\ i = 1, 2, ..., M\} \tag{12.1}$$

przy czym M jest liczbą elementarnych struktur, opisujących całościowo rozpatrywany wariant. W tym ujęciu X_z wyraża uogólnione współrzędne w przestrzeni strukturalnej.

12.6. Zasada realizowalności — przestrzenie ograniczeń

Materializacja funkcji w procesie projektowania obejmuje projektowanie obiektów z określonego materiału, spełniających te funkcje zgodnie z zasadą jedności funkcji i formy w trójwymiarowej przestrzeni geometrycznej. Kształtowanie obiektów i ich ele-

mentów musi ponadto zgodnie uwzględniać wiele innych warunków ograniczających, aby zostały spełnione wszystkie wymogi konieczne do realizacji projektu.

Zbiory tych ograniczeń można sprowadzić do kilku wyróżnionych przestrzeni.

Oprócz trójwymiarowej przestrzeni geometrycznej, w której obiekt (układ obiektów) musi być zcharmonizowany w sposób spójny i niesprzeczny (przenikanie się form poszczególnych obiektów i ich elementów), należy wyróżnić następujące przestrzenie:

— Przestrzeń materiałowo-energetyczna określa właściwości fizykomechaniczne, a także fiizykochemiczne poszczególnych materiałów, nośników energii, będących zasobami materiałowo-energetycznymi, których użycie musi być zgodne z zasadą najmniejszego nakładu środków.

— Przestrzeń technologiczno-eksploatacyjna określa warunki, które muszą być spełnione w procesie projektowania przyszłej realizacji projektu i przewidzianych warunków eksploatacji projektowanego obiektu lub układu obiektów. Bez dokładnej znajomości i spełnienia warunków technologicznych nie byłaby możliwa realizacja projektu. Przyjęty poziom niezawodności projektowanych obiektów i ich elementów jest również funkcją przewidywanych warunków eksploatacji. Jest to więc istotny składnik ustalenia kryteriów oceny przy wyborze wariantu optymalnego.

— Przestrzeń ograniczeń ekologicznych określa ograniczenia szczegółowe i specjalistyczne, wynikające z zasady zachowania równowagi ekologicznej.

— Przestrzeń ograniczeń finansowych ustala środki finansowe, jakimi można dysponować przy realizacji budowy.

— Przestrzeń ograniczeń czasowych ustala okres projektowania i realizacji budowy. Są sytuacje, w których pilność zaspokojenia potrzeby ludzkiej jest czynnikiem decydującym. Wówczas — zgodnie z zasadą racjonalnego działania — rozwiązanie projektowe może mieć skorygowane kryteria oceny efektywności. Kryteria jakości stają się funkcją czasu realizacji projektu i budowy.

W zapisie matematycznym warunki określone przez poszczególne przestrzenie ograniczeń stanowią zbiór nierówności typu:

$$G'_j(X) \leqslant b_j \quad j = 1, ..., K \tag{12.2}$$

przy czym parametr b_j określa graniczną wartość j-tego ograniczenia. Po przeniesieniu parametru b_j na lewą stronę równania otrzymuje się:

$$G'_j(X) - b_j \leqslant 0 \quad \text{lub} \quad G(X) \leqslant 0 \tag{12.3}$$

W praktyce spełnianie wymagań określonych równaniem (12.2) stanowi proces ukształtowania i wymiarowania poszczególnych elementów i obiektów.

Zbiór zmiennych decyzyjnych projektowych X spełniający warunek (12.2) zawiera w sobie również warunki równości $G_j(X) = 0$ (dla niektórych j), które wyrażają prawa zachowania.

Projekt spełniający zależność (12.3) jest projektem realizowalnym. W procesie projektowania zbiór projektów realizowalnych P podlega ocenie według przyjętych kryteriów w celu wybrania rozwiązania optymalnego.

12.7. Założenia do projektu stacji kolejowej

Dane zawarte w założeniach projektowych muszą być tak realizowane przy projektowaniu, aby umożliwić stacji spełnienie wszystkich jej funkcji w sposób najbardziej efektywny. Założenia do projektu ujęte są w trzech grupach charakterystyk [78].
Stanowią je:

— charakterystyki techniczno-ruchowe linii zbiegających się na stacji,
— charakterystyki (wartość i struktura) przewidywanego obciążenia stacji ruchem pociągów,
— charakterystyki urządzeń miejscowych do obsługi otoczenia stacji.

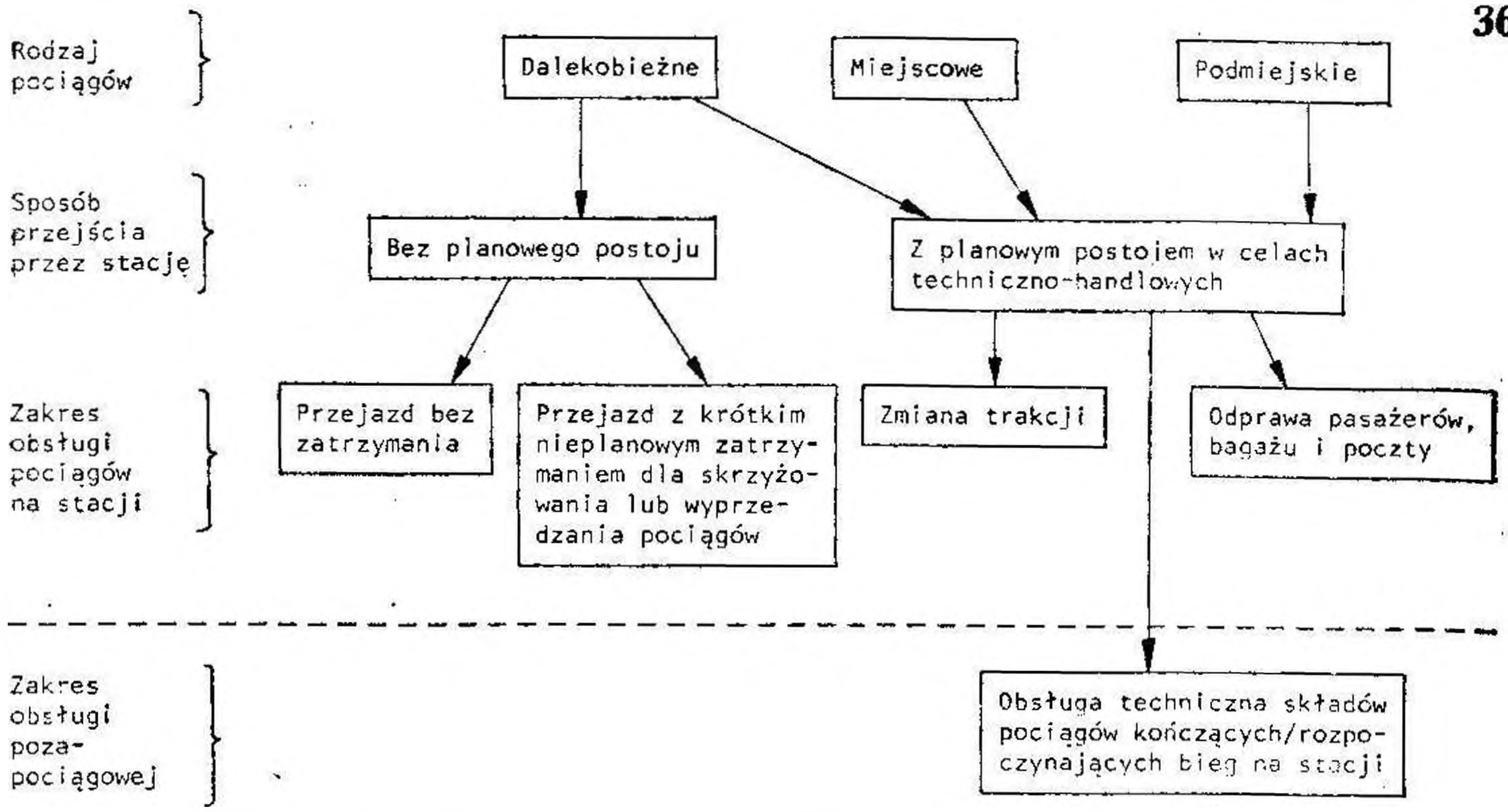
12.7.1. Charakterystyki techniczno-ruchowe linii kolejowych zbiegających się na stacji

Zadane są kierunki wejścia do stacji linii kolejowych zbiegających się na niej oraz kategorie tych linii. Kategorie linii odpowiadają zakresom wielkości zadań przewozowych T [bruttotkm/rok] i prędkości maksymalnych v_{max}[km/h]. Z kategorii linii wynikają zasadnicze parametry techniczne linii: minimalne promienie łuków poziomych — R[m] i pionowych — r[m] oraz wartości miarodajnych pochyleń — $i_m[^0/_{00}]$, które trzeba uwzględniać przy projektowaniu podejść linii do stacji. Kategoria linii stanowi ponadto o standardzie nawierzchni, tzn. typie szyn i rozjazdów, rodzaju podkładów, rodzaju i grubości warstwy podsypki i jakości podtorza.
W tej grupie danych podawane są również: liczby torów szlakowych, odległości do sąsiednich posterunków ruchu oraz sposoby zapowiadania ruchu pociągów na liniach, rodzaj trakcji pociągowej, maksymalne prędkości techniczne pociągów. Podaje się również długości składów pociągów towarowych (w osiach obliczeniowych), wg których należy wyznaczać długości torów głównych stacyjnych dla pociągów towarowych.

12.7.2. Charakterystyki przewidywanego obciążenia stacji ruchem pociągów

Charakterystyki przewidywanego obciążenia ruchowego zawierają wartości dobowych potoków pociągów, które będzie obsługiwać projektowana stacja. Podane wartości dotyczą prognozy dla doby wzmożonego ruchu. Od obciążenia stacji ruchem i jego struktury oraz zakresu czynności, które muszą być wykonane na stacji przy obsłudze pociągów zależą rozmiary podstawowego układu torowego.
Potoki pociągowe charakteryzuje liczba pociągów na dobę, ich relacje i kategorie. Relacja pociągowa jest określona zwykle przez stację początkową i końcową jazdy pociągów. Dla potrzeb projektu stacji wystarczy opisać ją nazwą linii, z której pociąg przybywa na stację i nazwą linii, na którą jest wyprawiany. Opis relacji pociągów kończących i rozpoczynających jazdę na stacji zawiera tylko nazwę linii, z której te pociągi są przyjmowane lub na którą są wyprawiane.
Kategoria pociągów jest określona przez:

— rodzaj przewozów (pasażerskie, towarowe) oraz rodzaj pociągów,



12.7. Klasyfikacja pociągów występujących w obciążeniu ruchowym stacji — pociągi pasażerskie [78]

— sposób przejścia pociągu przez stację (bez planowego postoju lub z postojem).
— zakres czynności techniczno-handlowych podczas planowego postoju pociągu na stacji — np. oględziny techniczne, wymiana lokomotyw, rozrządzanie pociągu itd.).

Klasyfikacja kategorii pociągów obciążających projektowaną stację, wg podanych kryteriów przedstawiono na rysunku 12.7 i 12.8.

Charakterystyki przewidywanego obciążenia ruchowego stacji podaje się w zestawieniu tabelarycznym. Na jego podstawie sporządza się wykres potoków pociągów, będący graficznym odwzorowaniem obciążenia ruchowego stacji. Dane dotyczące wartości przewidywanego ruchu są potrzebne do wymiarowania układu torowego i konstruowania schematu funkcjonalnego stacji.

12.7.3. Charakterystyki urządzeń miejscowych dla obsługi otoczenia stacji

Dwie poprzednie grupy założeń (parametry linii oraz natężenie ruchu pociągów) określają wymagania dla projektowanej stacji, wynikające z jej położenia i udziału w pracy sieci kolejowej, natomiast omawiana grupa założeń mówi o urządzeniach i ich lokalizacji, potrzebnych dla obsługi pasażerów i ładunków na stacji w nawiązaniu do zagospodarowania jej otoczenia.

Wskazuje się ogólną lokalizację dworca PKP/PKS, kierunek wyprowadzenia bocznicy do dzielnicy przemysłowo-składowej oraz potrzebne zdolności torów ładunkowych ogólnodostępnych.

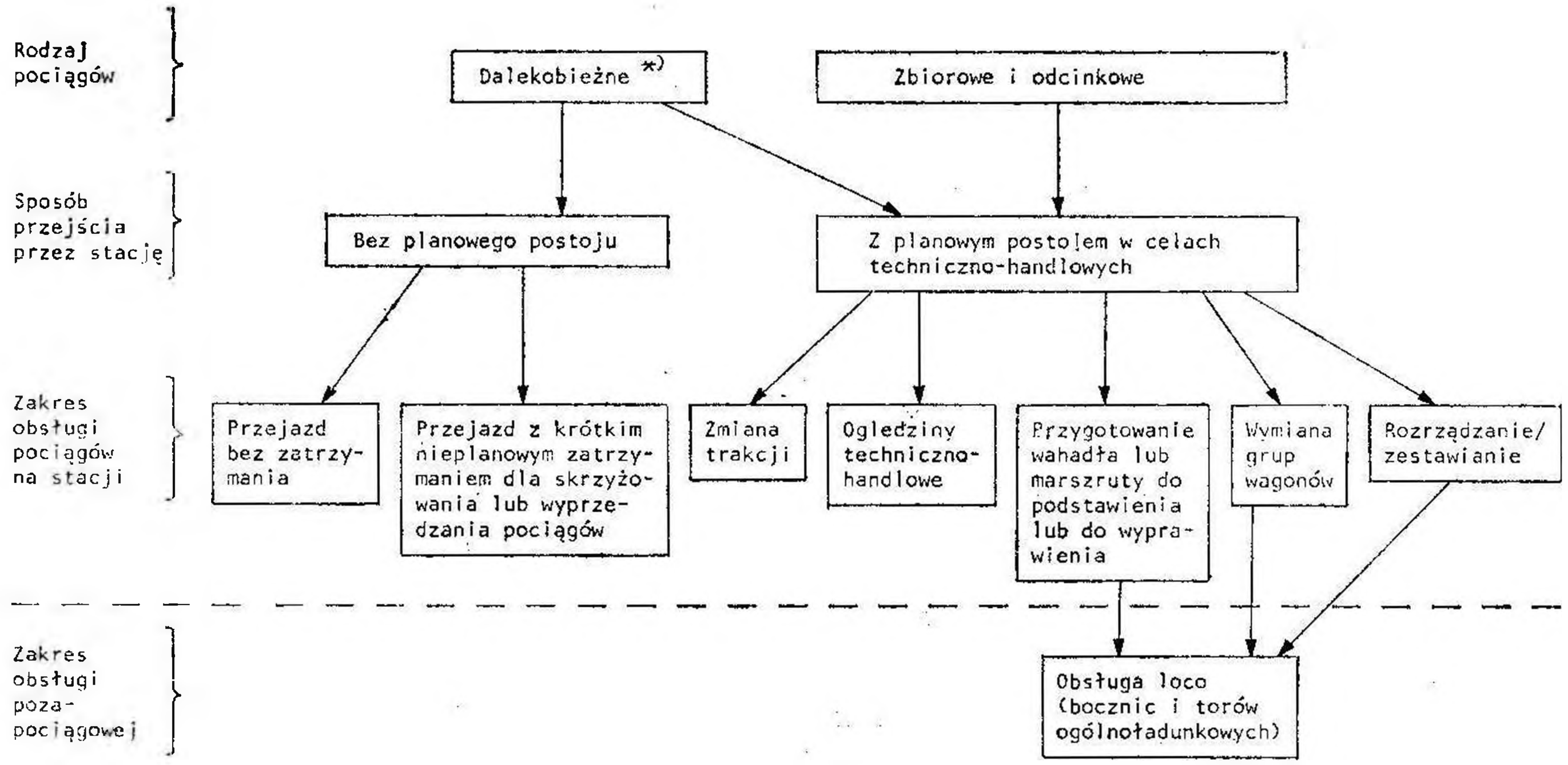
W projekcie należy rozwiązać układ tych urządzeń wraz z torami dojazdowymi do nich i potrzebnymi do wykonania pracy manewrowej niezbędnej do ich obsługi. Należy rów-

372 Pierwszym krokiem projektowania stacji kolejowej jest analiza założeń projektowych omówionych w podrozdziale 12.7.
W praktyce obejmuje ona również badanie topografii i geologii terenu przyszłej lokalizacji stacji.
Istotnym elementem fazy wstępnej projektowania jest wykres potoków pociągów, wykonywany na podstawie danych o obciążeniu ruchowym projektowanej stacji.
Bardzo ważnym etapem cyklu projektowanego jest wymiarowanie i kształtowanie schematu funkcjonalnego stacji

12.9. Wymiarowanie i konstruowanie schematu funkcjonalnego stacji

12.9.1. Opis cyklu wymiarowania i konstruowania schematu funkcjonalnego stacji

Wymiarowanie układu torowego stacji kolejowej polega na obliczeniach — przy spełnieniu zadanych warunków, ograniczających i z wykorzystaniem właściwych metod matematycznych — liczby torów stacyjnych o określonych funkjach technologicznych. Liczba stacyjnych grup torowych, najogólniej biorąc, zależy od wartości obciążenia ruchowego i czasu zajęcia toru przez pociąg.
Współcześnie wykorzystywane metody można podzielić na dwie grupy. Różnią się one sposobem interpretowania ruchu na sieci kolejowej oraz wykorzystywanym aparatem matematycznym.
Metody deterministyczne (analityczne) są klasycznym ujęciem zagadnień wymiarowania. Wynikają z następującej tezy: ruch kolejowy jest zorganizowany i uregulowany w czasie i w przestrzeni skonstruowanym wcześniej rozkładem jazdy. Rezerwę przepustowości wymiarowej stacji, przewidywaną na wypadek zawodności środków technicznych oraz nierównomierności ruchu pociągów, uwzględnia się w wykorzystywanych wzorach stosując arbitralnie przyjęte współczynniki.
Metody probabilistyczne wynikają z tezy, że przepustowość składników sieci kolejowej zależy przede wszystkim od nierównomierności obsługiwanego przez nie ruchu kolejowego. Przyjmując założenie, że w dostatecznie długim czasie ruch na sieci kolejowej jest zjawiskiem losowym, procesy ruchowe i ich zakłócenia można opisać właściwymi rozkładami prawdopodobieństwa. Metody te wykorzystują symulację komputerową, przy pomocy której możliwe jest odwzorowanie procesów technologicznych wymiarowanych elementów sieci. Wynikami obliczeń są (optymalne wg przyjętego kryterium): wartość obciążenia ruchowego projektowanego układu torowego lub liczba stacyjnych torów głównych. Uzupełniają je charakterystyki probabilistyczne (prawdopodobieństwa) i fizyczne (czasy trwania) zakłóceń ruchowych w projektowanym elemencie sieci.
Schemat blokowy (algorytm) pełnego cyklu wymiarowania stacji kolejowej z zaznaczonymi występującymi w nim „pętlami powrotnymi" przedstawiono na rysunku 12.10 [78].
Najpierw wykonuje się obliczenia grup torów stacyjnych specjalistycznych funkcji



*) w tym m.in. wahadła i marszruty loco dana stacja

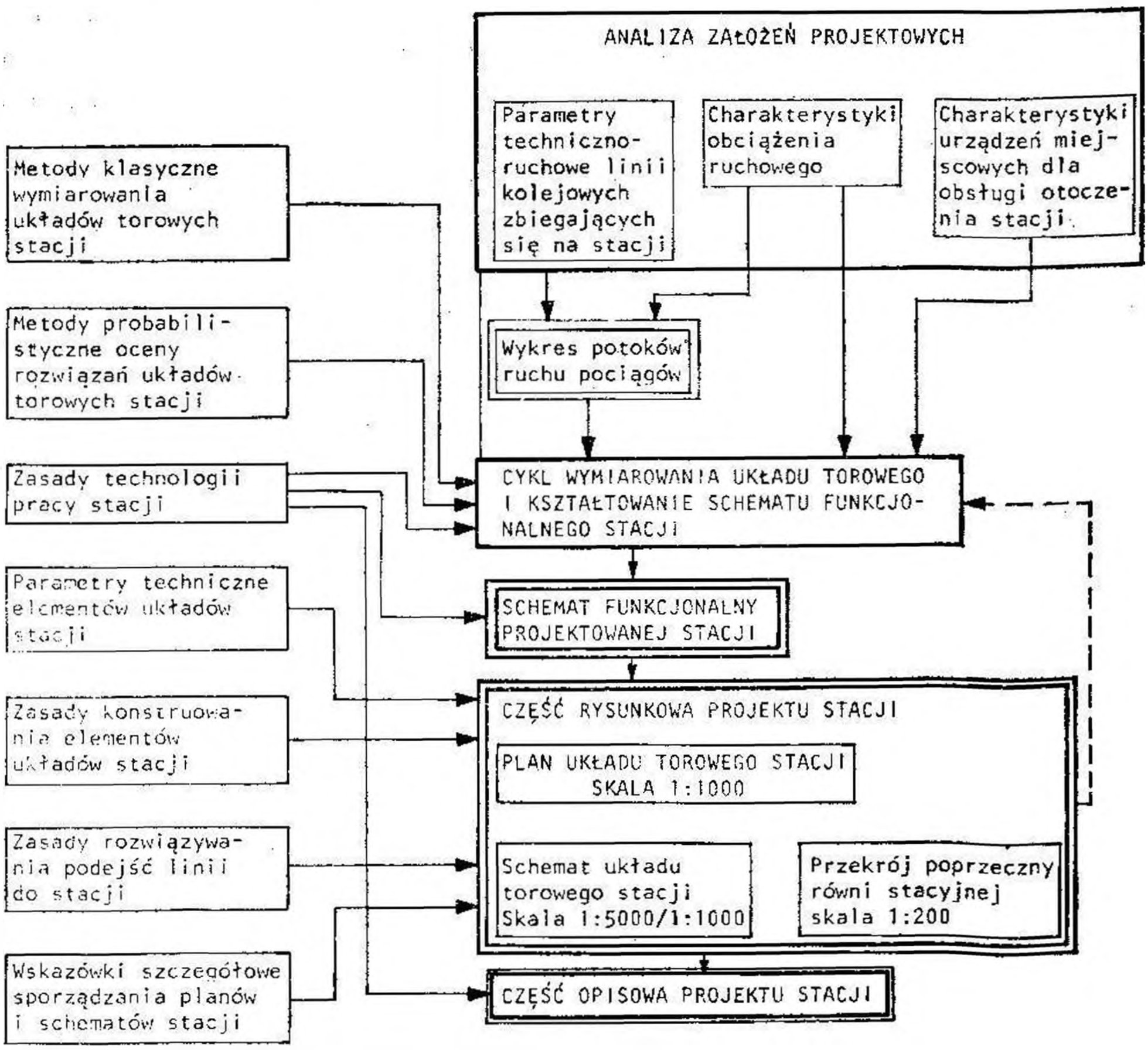
12.8. Klasyfikacja pociągów występujących w obciążeniu ruchowym stacji kolejowej — pociągi towarowe

nież zaprojektować układ dróg dojazdowych i technologicznych na stacji, w nawiązaniu do wskazanego miejsca skrzyżowania różnopoziomowego z koleją głównej drogi publicznej. Należy także usytuować budynki, tzn. dworzec i nastawnie.

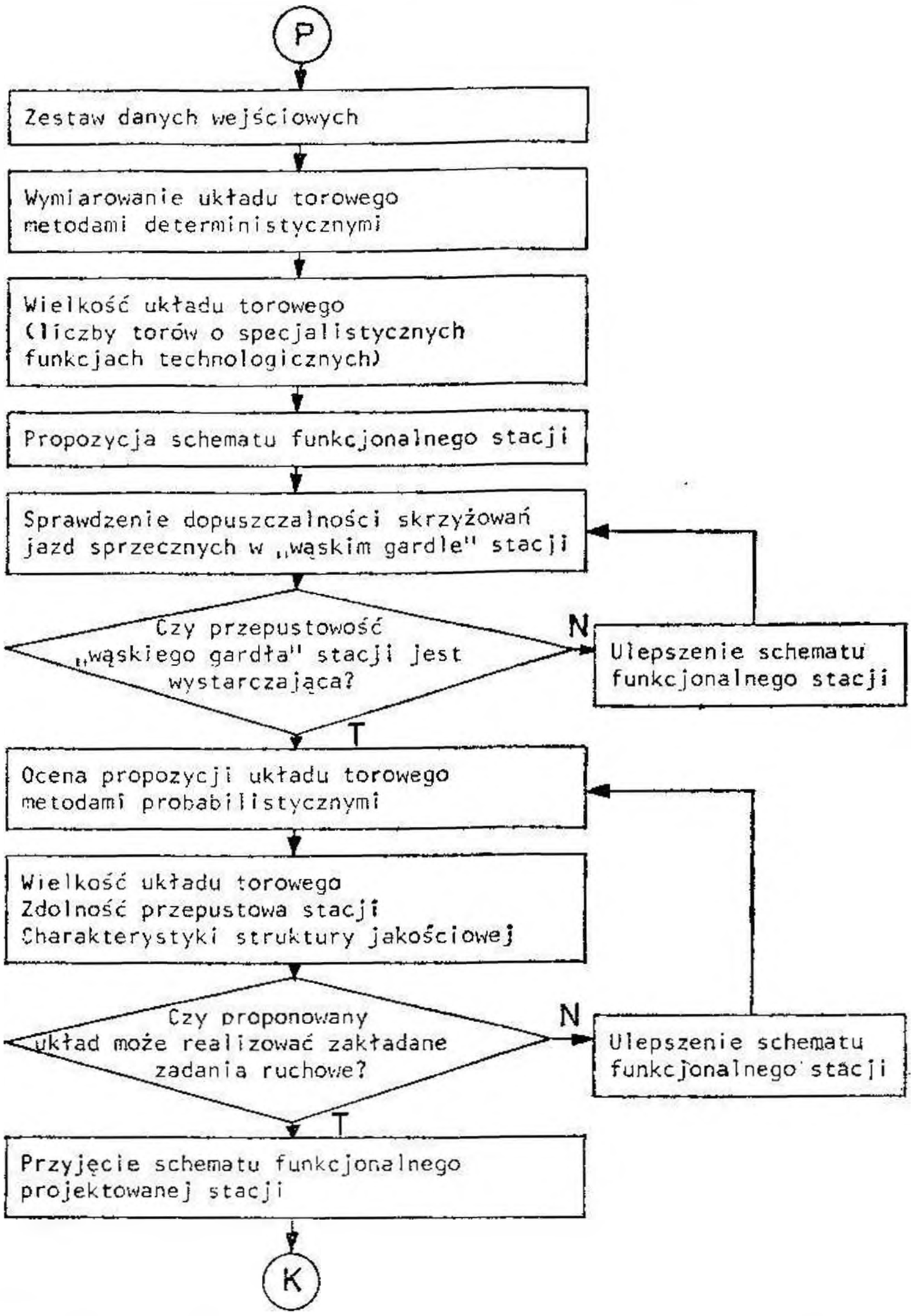
12.8. Cykl projektowania stacji kolejowej

Na cykl sporządzania projektu wstępnego stacji kolejowej składa się realizacja wielu zadań cząstkowych, wykonywanych w określonej kolejności. Schemat blokowy cyklu projektowania został przedstawiony na rysunku 12.9. [78]. Jego konstrukcję oparto na tym, że wyniki realizacji zadań jednego kroku stanowią z reguły zestaw danych wejściowych, niezbędnych do wykonania zadań kolejnego kroku. Zależności te oznaczono za pomocą strzałek. Z lewej strony schematu wyróżniono metody matematyczne, normy techniczne i zasady szczegółowe, które należy wykorzystać w poszczególnych fazach projektowania stacji kolejowej.

Projektowanie przebiega metodą kolejnych przybliżeń i często potrzebne są „pętle powrotne" do wcześniejszych etapów oraz wariantowanie rozwiązań cząstkowych.



2.9. Schemat blokowy cyklu projektowania stacji kolejowej [78]



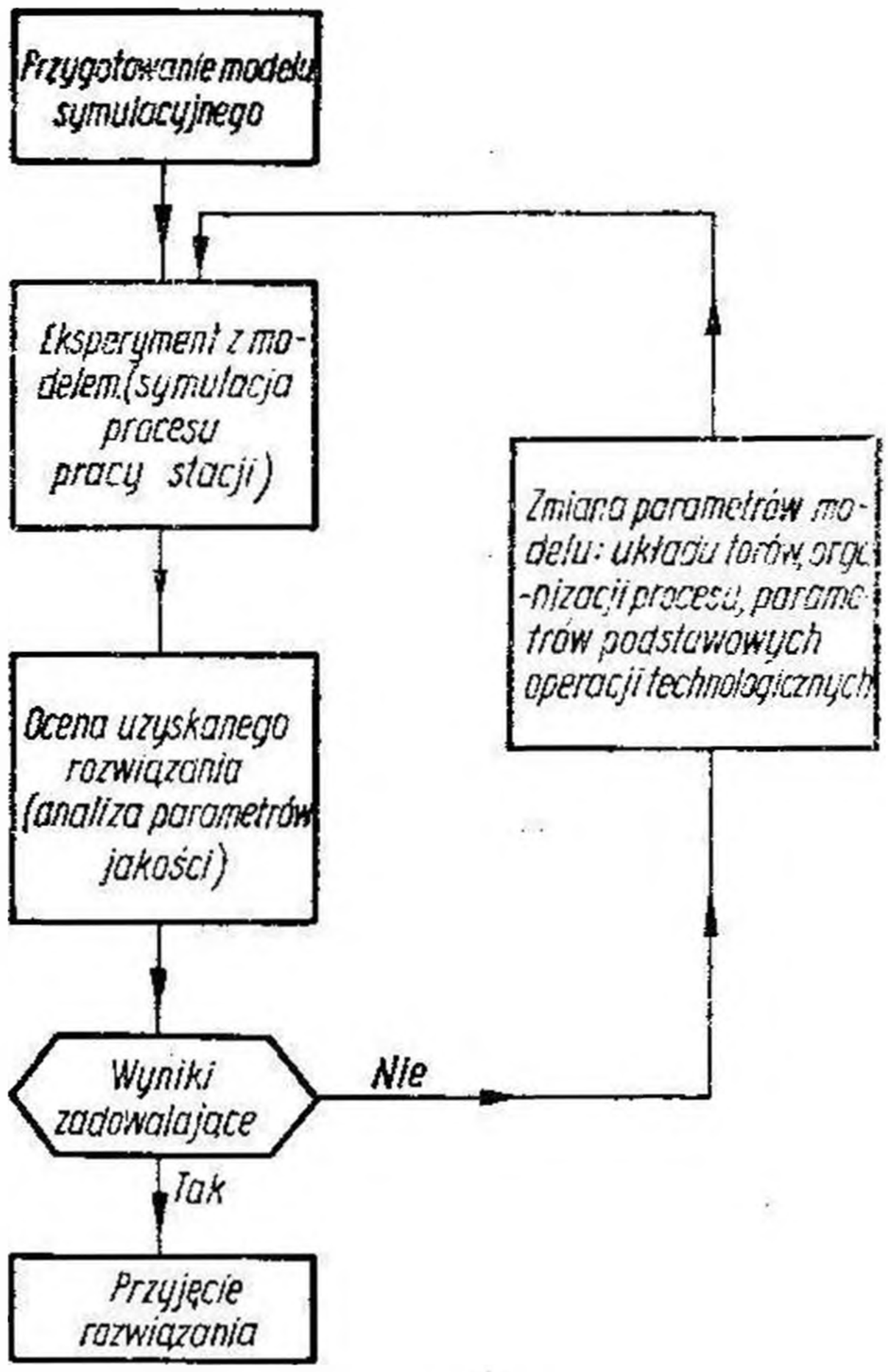
12.10. Algorytm cyklu wymiarowania układu torowego projektowanej stacji [78]

technologicznych metodami klasycznymi. Wyniki tych obliczeń stanowią podstawę do konstruowania schematu funkcjonalnego projektowanej stacji.

Sprawdzenie czy przyjęte rozwiązanie układu torowego będzie mogło obsłużyć zakładane obciążenie ruchowe, odbywa się poprzez badania dopuszczalności krzyżowań jazd sprzecznych w „wąskim gardle" stacji. Jeżeli nie może ono obsłużyć planowego ruchu pociągów, należy wprowadzić niezbędne zmiany w schemacie funkcjonalnym stacji.

Po usunięciu „niewydolności stacji" przystępuje się do oceny propozycji układu torowego metodami probabilistycznymi.

Sprawdza się, czy analizowany wkład stacji zapewnia obsługę przewidywanego obciążenia ruchowego przy zachowaniu odpowiedniej jego jakości. Jeżeli na podstawie wyników



12.11
Schemat postępowania przy weryfikacji projektu stacji kolejowej

obliczeń symulacyjnych okaże się, że proponowany układ torowy nie odpowiada zakładanym zadaniom, należy skorygować schemat funkcjonalny stacji. Istotnymi danymi dotyczącymi sposobu zmian układu są wartości charakterystyk struktury jakościowej projektowanej stacji, znajdujące się wśród wyników obliczeń komputerowych. Cykl obliczeń zostaje zakończony po stwierdzeniu, że dalsze zmiany schematu funkcjonalnego układu torowego stacji nie powodują poprawy przyjętych wskaźników jakości (rys. 12.11).

12.9.2. Obliczenia układu torowego stacji metodami deterministycznymi (analitycznymi)

12.9.2.1. Liczba torów przyperonowych

Liczbę torów przyperonowych wyznacza się dla potrzeb w godzinie szczytowego ruchu pasażerskiego. Obliczenia są wykonywane dla każdego kierunku ruchu pociągów oddzielnie. Musi być spełniona zasada, że każdemu torowi szlakowemu odpowiada co najmniej 1 krawędź peronowa. Do obliczeń służą wzory (12.4) i (12.5)

$$m_p = \sum_{i=1}^{n} m_{pi} \tag{12.4}$$

gdzie:

m_p — ogólna liczba krawędzi peronowych na stacji,

m_{pi} — liczba krawędzi peronowych do obsługi pociągów kierunku i,
n — liczba kierunków ruchu pociągów zbiegających się na stacji

$$m_{pi} = \frac{(\alpha+\beta)\left[\sum_{p=1}^{P} N_{pg} t_g + \sum_{t=1}^{T} N_{tg} t_t\right]}{60} \tag{12.5}$$

gdzie:

α — współczynnik rezerwy technicznej,
β — współczynnik nierównomierności ruchu pociągów,
$p \in P$ — zbiór kategorii pociągów pasażerskich,
N_{pg} — liczba pociągów pasażerskich kategorii p w godzinie szczytowej,
t_p — czas zajęcia toru przyperonowego przez pociąg pasażerski kategorii p,
$t \in T$ — zbiór kategorii pociągów towarowych obciążających tory przyperonowe,
N_{tg} — liczba pociągów towarowych kategorii t w godzinie szczytowej,
t_t — czas zajęcia toru przyperonowego przez pociąg towarowy kategorii t,
60 — liczba minut w godzinie.

Liczba krawędzi peronowych, które należy przewidzieć w projekcie stacji, zależy od liczby pociągów obciążających tory przyperonowe oraz od czasu zajęcia takiego toru przez pojedynczy pociąg.

Wyrażenie w liczniku oznacza sumę zapotrzebowania pociągominut w godzinie szczytowej, zaś w mianowniku — „potencjał" pociągominut, jaki ma 1 tor przyperonowy (60 minut).

Liczba pociągów, przechodzących przez stację w godzinie szczytowej, wynika z nasilenia potoku ruchu pociągów oraz rodzaju przewozów, w ramach których dane pociągi są uruchamiane. Jest określana według wzoru (12.6):

$$N_g = \gamma N \left[\frac{\text{liczba pociągów}}{\text{godzina szczytowa}}\right], \tag{12.6}$$

gdzie:

N_g — liczba pociągów w godzinie szczytowej,
γ — współczynnik udziału potoku pociągów w godzinie szczytowej w potoku dobowym,
N — natężenie dobowego potoku pociągów $\left[\frac{\text{liczba pociągów}}{\text{doba}}\right]$

Współczynnik wynika z rozkładu kursowania w ciągu doby pociągów obsługujących określone przewozy. Dla pociągów pasażerskich podmiejskich i miejscowych nasilenie ruchu w godzinach szczytowych jest znacznie większe niż w pozostałych okresach doby. Wartości współczynnika przyjmowane do obliczeń torów przyperonowych są następujące:

— dla pociągów pasażerskich:
  — dalekobieżnych $\gamma^{dlk} = 0{,}1$
  — miejscowych i podmiejskich $\gamma^{m/p} = 0{,}15$
— dla pociągów towarowych $\gamma^{t} = 0{,}05$.

376 Czas zajęcia toru przyperonowego przez pociąg zależy od kategorii pociągu, a więc od rodzaju obsługi na stacji. Pociągi przejeżdżając przez stację bez planowego postoju zajmują tor przyperonowy na czas przejazdu. Jest to czas mierzony od chwili rozpoczęcia obsługi urządzeń sterowania ruchem kolejowym, w celu ułożenia drogi przebiegu przez stację, do momentu zwolnienia miejsca przebiegowego przez koniec pociągu.

Obsługa pociągów z planowym postojem obejmuje trzy fazy:

Pierwsza z nich — wjazd — trwa od momentu rozpoczęcia przygotowania drogi przebiegu dla wjazdu do momentu zatrzymania się pociągu przy peronie.

Druga faza — postój pociągu przy peronie jest wykorzystywany dla czynności techniczno-handlowych. Podstawowo obejmują one odprawę podróżnych, bagażu i poczty.

W czasie postoju może być przewidziana zmiana pojazdu trakcyjnego, drużyn konduktorskich lub zmiana czoła pociągu.

Orientacyjne czasy zajęcia torów stacyjnych przez pociągi pasażerskie i towarowe Tablica 12-1

Kategorie pociągów		Czas [min]				
		przejazdu t_{prz}	wjazdu t_{wj}	obsługi techniczno-handlowej t_p	wyjazdu t_{wyj}	obsługi na torach postojowych t_o
Pociągi pasażerskie						
dalekobieżne	przechodzące bez postoju	6—10	X	X	X	X
	przechodzące z postojem	X	5—8	2—10	3—6	X
	kończące/rozpoczynające jazdę	X	5—8	15—30	3—6	180—360
miejscowe	przechodzące z postojem	X	5—8	2—10	3—6	X
	kończące/rozpoczynające jazdę	X	5—8	10—20	3—6	60—120
podmiejskie	przechodzące z postojem	X	4—6	2—5	3—5	X
	kończące/rozpoczynające jazdę	X	4—6	5—10	3—5	20—40
Pociągi towarowe						
dalekobieżne	przechodzące bez postoju	8—12	X	X	X	X
	przechodzące z postojem w celach technicznych	X	6—10	40—60 *)	6—10	X
dalekobieżne lub zbiorowe kończące/rozpoczynające jazdę		X	6—10	60—90 **)	6—10	X
zbiorowe przechodzące z wymianą grup wagonów		X	6—10	60—100	6—10	X
wahadła lub marszruty kończące/rozpoczynające jazdę — przekazywane na lub z bocznicy klienta		X	6—10	90—150 ***)	6—10	X

*) Oględziny techniczne + ewentualna wymiana lokomotyw.

**) Przygotowanie pociągu do rozrządzania lub przygotowanie zestawionego pociągu do odjazdu.

***) Czynności techniczne i handlowe zdawczo-odbiorcze.

Trzecia, ostatnia faza to wyjazd pociągu. Czas wyjazdu jest mierzony od momentu podania sygnału zezwalającego do chwili minięcia miejsca przebiegowego przez koniec pociągu.

Nieco inaczej obciążają tory przyperonowe pociągi pasażerskie kończące/rozpoczynające wjazd i postój pociągu przy peronie, trzecią fazą zaś — przestawienie składu ruchem manewrowym na tor postojowy. Pociągi rozpoczynające jazdę na stacji obciążają tor przyperonowy przez: czas przestawienia z toru postojowego, postoju przy peronie i czas wyjazdu.

Czasy przejścia pociągu przez stację zależą od prędkości jazd, długości dróg przebiegu, zakresu czynności techniczno-handlowych, rodzaju liniowych i stacyjnych urządzeń srk.

Orientacyjne wartości tych czasów podano w tablicy 12–1.

Współczynnik rezerwy technicznej α wprowadza do obliczeń wartości zapasów zdolności przepustowej, umożliwiające ograniczenie zakłóceń ruchu spowodowanych uszkodzeniami urządzeń, wydłużeniem czasów jazdy i obsługi itp.

Zastosowanie współczynnika nierównomierności ruchu kolejowego zwiększa przepustowość stacji, gdyż uwzględnia spiętrzenia ruchu pociągów w czasie. Do obliczeń w skali jednej godziny szczytowej przyjmuje się łącznie stosunkowo niewielką wartość $\alpha + \beta = 1,2$.

Wyniki obliczeń cząstkowych liczby torów przyperonowych m_{pi} powinny być podane z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. Końcowa liczba torów przyperonowych na stacji m_p, będąca sumą wartości m_{pi}, jest zaokrąglana do liczby całkowitej „w górę", np. 3,2 zaokrągla się do 4, gdyż nie można eksploatować części toru.

12.9.2.2. Liczba torów dla pociągów towarowych

Liczbę torów dla obsługi pociągów towarowych, mających planowy postój na stacji, wyznacza się dla potrzeb ruchu w skali doby. Czas postoju wykorzystuje się na obsługę techniczną i handlową składu trakcyjnego i drobne naprawy wagonów. Do obliczeń służy wzór (12.7).

$$m_{p-o} = \frac{\alpha_t \cdot \beta_t \sum_{t=1}^{T} N_t \cdot t_t}{1440}. \tag{12.7}$$

gdzie:

m_{p-o} — liczba torów przyjazdowo-odjazdowych dla obsługi pociągów towarowych z planowym postojem na stacji,

α_t — współczynnik rezerwy technicznej wymiarowanej grupy torów (przyjmuje się $\alpha_t = 1,2$),

β_t — współczynnik nierównomierności ruchu pociągów towarowych w dobie,

N_t — natężenie dobowego potoku pociągów towarowych kategorii t [liczba pociągów/dobę],

t_t — średni czas zajęcia toru wymiarowanej grupy przez pociąg towarowy kategorii t,

T — zbiór kategorii pociągów towarowych przechodzących przez stację z planowym postojem w celach techniczno-handlowych,

1440 — liczba minut w dobie.

Nierównomierność ruchu pociągów towarowych z planową obsługą techniczno-handlową na stacji charakteryzuje współczynnik $\alpha_t = 2$, tzn., że w godzinie szczytowej należy się spodziewać ruchu dwukrotnie większego, niż średni.

Czas zajęcia toru wymiarowanej grupy przez pociąg towarowy jest sumą: czasu wjazdu, czasu postoju na torze w celu obsługi techniczno-handlowej oraz czasu wyjazdu. Orientacyjne wartości elementów czasu zajęcia toru wymiarowanej grupy dla poszczególnych kategorii pociągów podano w tablicy 12–1 [78].

12.9.2.3. Liczba torów postojowych dla składów pociągów pasażerskich

Jeśli na stacji występują pociągi pasażerskie kończące/rozpoczynające jazdę, do obsługi ich składów służy wiązka torów postojowych. Czas postoju na tych torach jest wykorzystywany na przygotowanie składu wagonowego do obsługi kolejnego pociągu. Zakres czynności przy składzie i czas ich trwania może być różny dla różnych kategorii pociągów. Obliczenia należy przeprowadzić osobno dla pociągów dalekobieżnych, miejscowych i podmiejskich. Wymiarowanie grupy torów postojowych odbywa się według wzoru (12.8):

$$m_o^p = \frac{\alpha_p \beta_p \sum N_p t_p}{1440} \tag{12.8}$$

gdzie:

m_o^p — liczba torów postojowych do obsługi składów pociągów pasażerskich kategorii p kończących/rozpoczynających jazdę na stacji,

α_p — współczynnik rezerwy technicznej,

β_p — współczynnik nierównomierności ruchu pociągów pasażerskich

N_p — liczba pociągów pasażerskich kategorii p kończących/rozpoczynających jazdę na stacji w ciągu doby [liczba pociągów/doba].

t_p — średni czas zajęcia toru postojowego przez skład pociągu pasażerskiego kategorii p [min],

1440 — liczba minut w dobie.

Czas zajęcia toru odstawczego przez pociąg pasażerski kategorii p jest mierzony od chwili ułożenia drogi przebiegu dla przejazdu na ten tor składu wagonowego, do momentu zwolnienia toru po przetoczeniu składu na tor przyperonowy. Wykorzystywane w obliczeniach wartości czasów t_p, uwzględniające kategorie obsługiwanych na torach postojowych pociągów, podano w tablicy 12–1 [73].

Współczynnik rezerwy technicznej dla grupy torów postojowych przyjmuje wartość $\alpha_p = 1{,}2$. Współczynnik nierównomierności ruchu pociągów kończących/rozpoczynających jazdę określa się jako

$\beta_p = 2$ — dla pociągów dalekobieżnych i miejscowych, zaś

$\beta_p = 3$ — dla pociągów podmiejskich w rejonie dużych aglomeracji miejskich.

12.9.2.4. Długość frontu ładunkowego

Wymiarowanie torów ładunkowych ogólnodostępnych polega na obliczeniu całkowitej długości frontu ładunkowego. Łączna długość torów ogólnoładunkowych zależy od liczby wagonów podstawianych do naładunku i wyładunku w ciągu doby, udział podwójnych operacji ładunkowych w zakładanej pracy ładunkowej oraz do liczby obsług przez lokomotywę manewrową w ciągu doby.

Do obliczeń długości frontu ładunkowego służy wzór (12.9)

$$L_{\Sigma} = l[a(1-b)(n_w+n_n)] \quad [\text{m}] \tag{12.9}$$

gdzie:

L_{Σ} — łączna długość torów ogólnoładunkowych [m],

l — długość przeliczeniowego wagonu towarowego, l = 12–13 m,

a — współczynnik intensywności obsługi rejonu ładunkowego,

b — współczynnik udziału podwójnych operacji ładunkowych w pracy ładunkowej regionu,

n_w — liczba wagonów towarowych wyładowywanych w ciągu doby,

n_n — liczba wagonów towarowych naładowywanych w ciągu doby.

Wartość współczynnika a uzależnia długość torów ogólnoładunkowych od liczby obsług rejonu ładunkowego, wykonanych przez lokomotywę manewrową w ciągu doby. Intuicyjnie można stwierdzić, że im rzadziej następuje odbiór wagonów z punktu tym dłuższy musi być front ładunkowy. W skrajnym przypadku, przy jednej obsłudze rejonu w ciągu doby długość ta jest równa łącznej długości wagonów poddawanych w dobie operacjom ładunkowym. Wówczas wartość współczynnika wynosi $a = 1$. Przy dwóch obsługach rejonu w ciągu doby $a = 0{,}7$, przy trzech $a = 0{,}5$. Na stacjach węzłowych średniej wielkości tory ogólnoładunkowe są obsługiwane co najwyżej trzy razy w ciągu doby. Współczynnik $a = 0{,}5$, oznacza w tym przypadku, że zakłada się wykonanie 50% pracy ładunkowej na porannej zmianie. Większa intensywność obsługi występuje na dużych, specjalizowanych punktach i stacjach ładunkowych, mniejsza ($a = 0{,}7$ lub $a = 1$) na małych stacjach pośrednich. Współczynnik b uzależnia wymaganą długość frontu ładunkowego od udziału podwójnych operacji ładunkowych. Przez podwójną operację ładunkową rozumie się cykl obsługi: wyładunek — naładunek tego samego wagonu. Wartość współczynnika b zawiera się w przedziale (0 do 0,2). Im więcej podwójnych operacji ładunkowych tym wartość współczynnika b jest większa. Dla przeciętnych warunków można przyjmować orientacyjnie $b = 0{,}1$.

12.9.3. Zasady konstruowania schematów funkcjonalnych stacji

Schematem funkcjonalnym projektowanej stacji nazywa się odręcznie wykonany, uproszczony rysunek zasadniczych elementów układu torowego, wraz z elementami otoczenia i z podejściami linii kolejowych. Przy konstruowaniu schematu wykorzystano założenia projektowe, wyniki wymiarowania oraz informacje dotyczące zasad obsługi ruchu kolejowego na stacjach. W praktyce uwzględnia się również ograniczenia terenowe. Dla uproszczenia projektu ćwiczeniowego przyjmuje się założenie, że teren pod budowę jest płaski i nie zabudowany, co oznacza, że warunki terenowe nie mają wpływu

na końcową wersję schematu funkcjonalnego. Schematów funkcjonalnych nie sporządza się w skali, należy jednak zachować zbliżone proporcje długości torów (wymiary podłużne) i ich rozstawów (wymiary poprzeczne).

Sporządzenie schematu funkcjonalnego to praca twórcza, koncepcyjna. Zazwyczaj projektant rysuje kilka wariantów schematu, eliminuje niektóre z nich, poprawia własne rozwiązanie. Wszystkie podane wskazówki mają charakter porad, które powinny być indywidualnie zinterpretowane w dostosowaniu do założeń projektowych, dotyczących rozważanej stacji.

W układzie stacji węzłowej, obsługującej mieszany ruch pociągów, wyodrębnia się rejon obsługi przewozów pasażerskich i rejon obsługi przewozów towarowych. Rejony te mogą być usytuowane względem siebie poprzecznie lub podłużnie. Przyjęcie sposobu umieszczenia tych rejonów w układzie stacji decyduje o rozwiązaniu schematu funkcjonalnego całej stacji.

Sporządzanie schematu rozpoczyna się od naniesienia torów głównych zasadniczych, których liczba odpowiada liczbie torów szlakowych. Następnie rysuje się tory główne dodatkowe. Ich liczba wynika z wymiarowania układu torowego metodami klasycznymi. Między torami głównymi przeznaczonymi dla pociągów pasażerskich umieszcza się perony. Przy parzystej łącznej liczbie krawędzi peronowych, zazwyczaj wszystkie perony są dwukrawędziowe, wyspowe. Jeżeli łączna liczba krawędzi jest nieparzysta, najczęściej przewiduje się jednokrawędziowy peron przydworcowy.

Po rozrysowaniu układu torów głównych należy na schemacie zaznaczyć tory boczne. W typowym układzie stacji, obsługującej mieszany ruch pociągów, należy przewidzieć:

— Co najmniej po jednym torze głównym dodatkowym dla nieparzystego i parzystego kierunku ruchu. Na torach tych będą mogły być zatrzymywane pociągi towarowe, nie mające planowego postoju na stacji, w celu ich wyprzedzenia przez pociągi wyższych kategorii. Tory te należy umieszczać po obu stronach torów głównych zasadniczych, głównej dwutorowej linii kolejowej przechodzącej przez stację. Taki układ zmniejsza liczbę jazd sprzecznych.

— Tory postojowe dla składów pociągów pasażerskich kończących/rozpoczynających jazdę na stacji. Tory te powinny być tak ulokowane, aby uzyskać jak najmniej kolizyjne połączenie z torami przyperonowymi. Ich usytuowanie w układzie stacji powinno zapewnić możliwie największej liczbie pociągów pasażerskich, kończących jazdę na stacji, wjazd na omawiane tory, bez konieczności zmiany kierunku jazdy. Tory te mogą być umieszczone „w cieniu" peronów, jeżeli służą do obsługi pociągów z jednostek elektrycznych i jest ich nie więcej niż 2. Przy większej liczbie torów postojowych projektuje się je jako odrębny rejon stacji.

— Tor wyciągowy do manewrów z grupami wagonów towarowych.

— Tory odstawcze do manewrów z grupami wagonów towarowych.

— Tor z wagą wagonową i skrajnikiem, mający połączenie z torem wyciągowym.

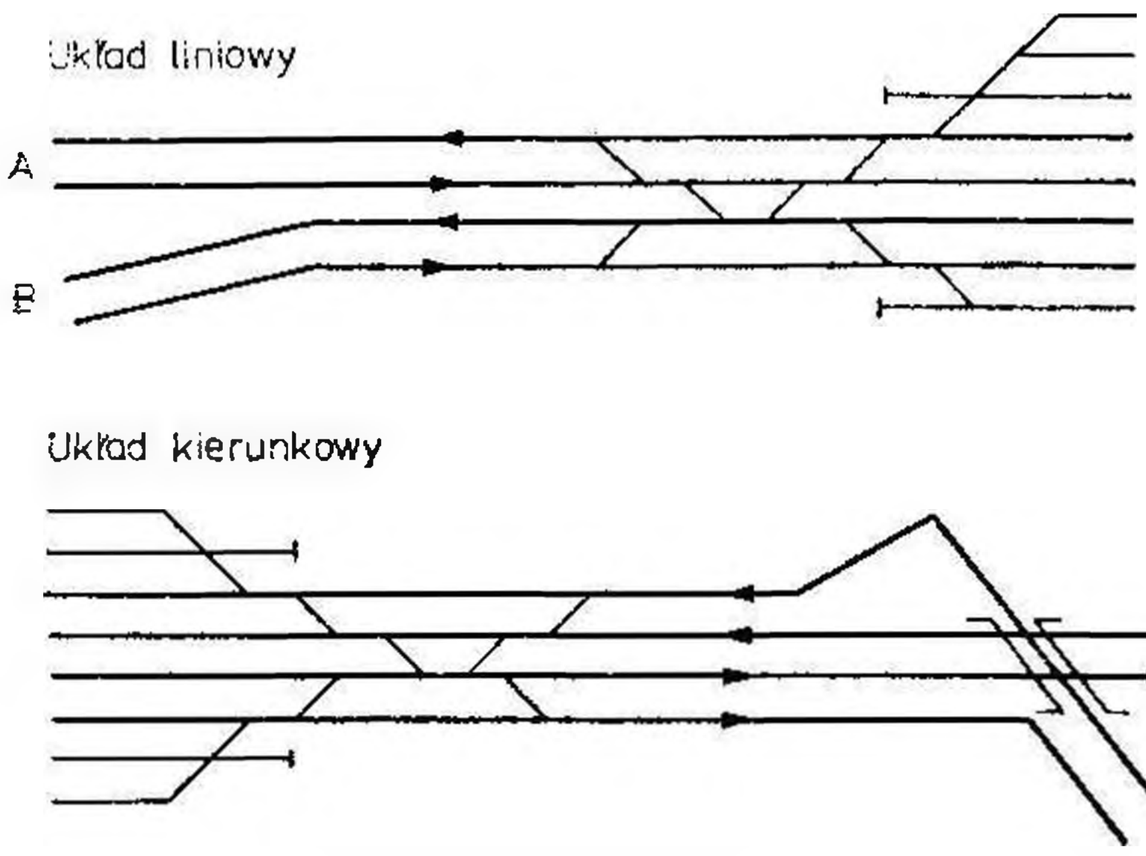
— Tor komunikacyjny dla obiegu lokomotyw luzem.

— Wprowadzenie bocznicy zakładów przemysłowych.

Na schemacie rozrysowany jest ponadto rejon obsługi pasażerów oraz rejon ładunkowy. Pierwszy obejmuje: budynek dworca, przejście dla pieszych, rozwiązanie placu przed-

dworcowego. Rejon ładunkowy oprócz torów ogólnoładunkowych obejmuje: plac ładunkowy i rampę. Przedstawiony jest ponadto układ dróg kołowych w rejonie stacji.

Schemat powinien również obejmować rozwiązania podejść linii zbiegających się na stacji. W pierwszej wersji schematu zakłada się jednopoziomowy układ podejść do stacji. Dla zbiegających się linii dwutorowych należy określić sposób ich wprowadzania na stację. Może to nastąpić liniowo — ułożnie na przemian torów szlakowych parzystego i nieparzystego kierunku ruchu lub kierunkowo — pogrupowanie obok siebie torów tego samego kierunku ruchu. Układ liniowy i kierunkowy linii przedstawiono na rysunku 12.12. Przy jednopoziomowym układzie podejść są stosowane liniowe wprowadzenie linii na stację. Potrzeba zaprojektowania ewentualnych różnopoziomowych skrzyżowań linii na podejściu wyniknie z oceny przyjętych rozwiązań.



12.12.
Układ podejść linii kolejowej do stacji

Układ projektowanej stacji powinien umożliwiać tzw. elastyczną organizację ruchu pociągów, tzn. umożliwiać dyżurnemu ruchu zmiany przeznaczenia torów w stosunku do normalnego, nie zakłóconego porządku stacji. Oznacza to, że zaproponowany układ dróg zwrotnicowych powinien zapewniać możliwość jazdy pociągów z każdego toru szlakowego na każdy tor stacyjny główny i na odwrót. Można to osiągnąć przez właściwe rozwiązanie głowic stacyjnych, uwzględniając w torach głównych zasadniczych linii dwutorowych połączenia trapezowe dla jazd z i na tory szlakowe niewłaściwe.

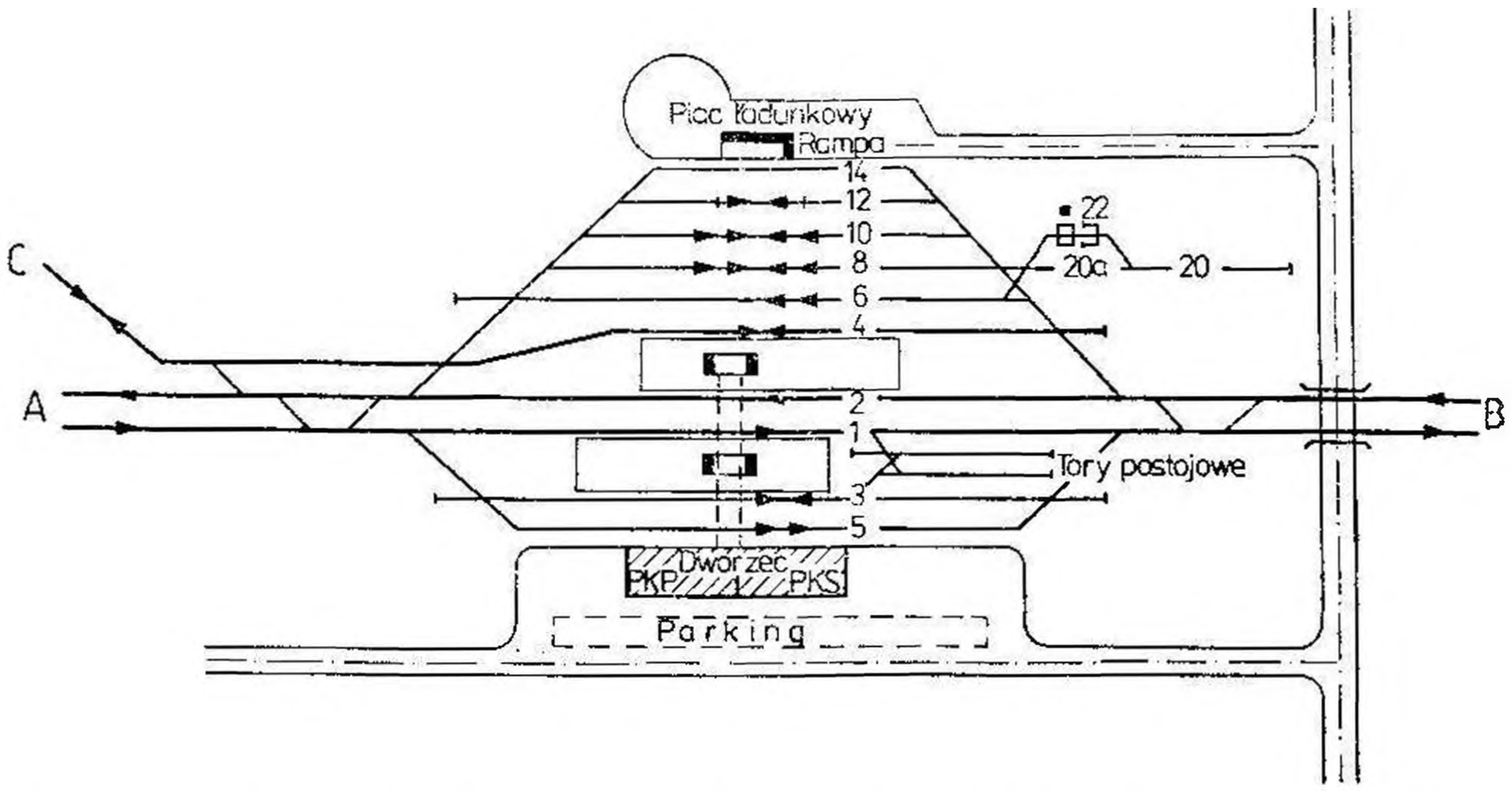
Należy zmierzać do ułożenia jak najmniejszej liczby rozjazdów. W torach głównych zasadniczych, zarówno w połączeniach trapezowych, jak i w głowicach właściwych należy projektować rozjazdy zwyczajne.

Na schemacie zaznacza się kierunki i rodzaj ruchu w warunkach normalnych na poszczególnych torach. Na torach głównych zasadniczych prowadzi się ruch mieszany o kierunku zgodnym z kierunkiem na szlaku. Na torach głównych dodatkowych dopuszcza się ruch dwukierunkowy, ale z wyraźnym podziałem ze względu na przeznaczenie: dla obsługi ruchu pasażerskiego (w tym ewentualnie oddzielnie dla obsługi pociągów podmiejskich) oraz dla obsługi ruchu towarowego. Zaznacza się numerację

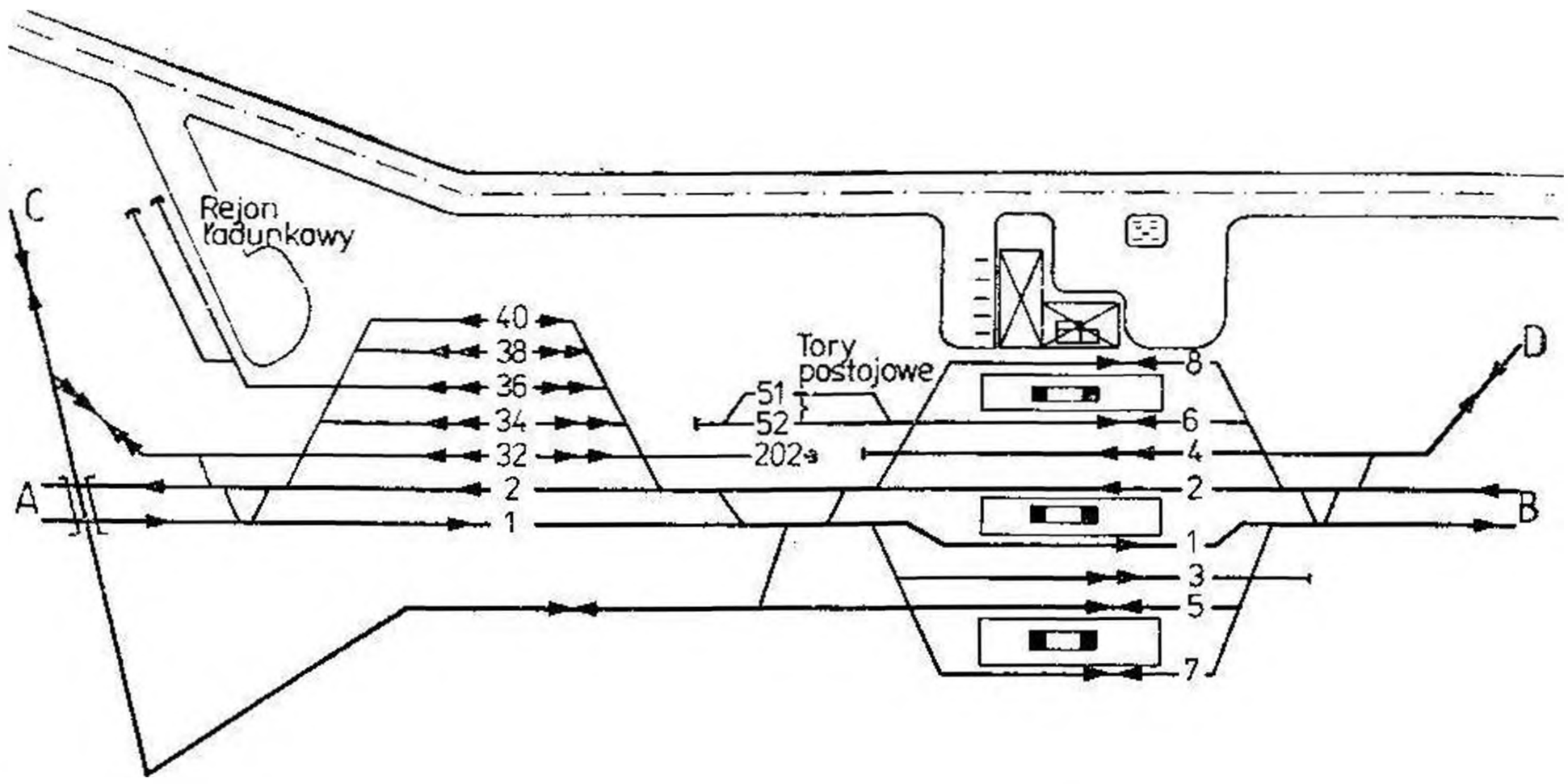
torów. Tory główne zasadnicze powinny być zabezpieczone żeberkami ochronnymi, aby uniemożliwić nie zamierzony wjazd na nie taboru z torów głównych dodatkowych i bocznych.

12.9.4. Przykłady rozwiązań schematów funkcjonalnych stacji

Typowym układem węzłowej stacji kolejowej, obsługującej mieszany ruch kolejowy, jest poprzeczne ułożenie rejonu obsługi ruchu pasażerskiego względem rejonu obsługi przewozów towarowych. Układ taki stosuje się zazwyczaj przy zbliżonym udziale przewozów pasażerskich i towarowych w ogólnym obciążeniu ruchowym rysunek 12.13.

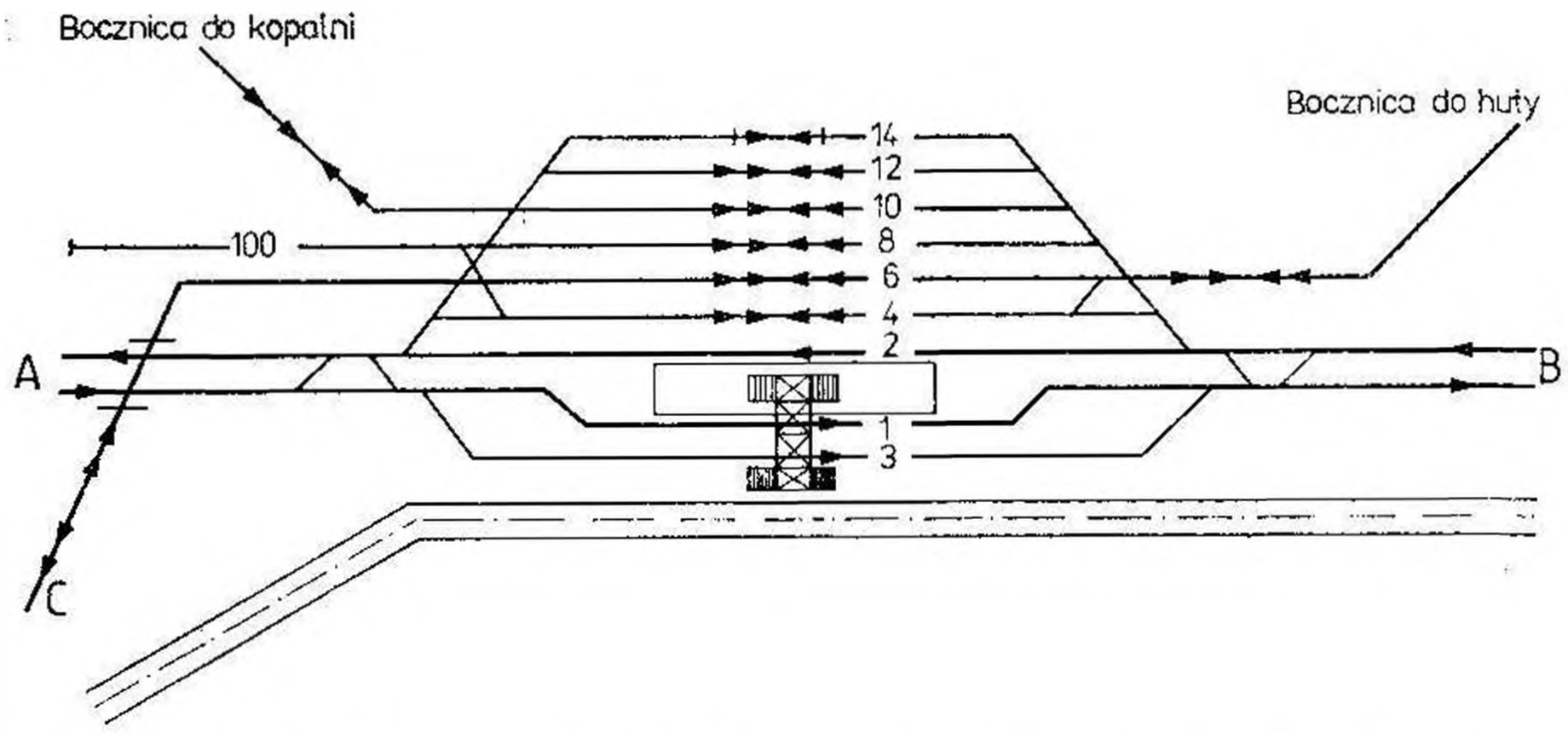


12.13. Przykład schematu funkcjonalnego stacji węzłowej w układzie poprzecznym [78]



12.14. Przykład schematu funkcjonalnego stacji węzłowej w układzie podłużnym

Na stacjach węzłowych o bardzo dużym natężeniu ruchu wymagane jest bardziej wyraźne oddzielenie rejonu obsługi przewozów pasażerskich od rejonu obsługi przewozów pasażerskich towarowych (rys. 12.14). Uzyskuje się to poprzez podłużne usytuowanie tych rejonów, a właściwie odrębnych stacji względem siebie. Wówczas na stacji osobowej przewidziany jest pełny zakres obsługi pasażerów, natomiast ruch towarowy jest przeprowadzany jako tranzytujący przez nią, z możliwością nieplanowego zatrzymania pociągów towarowych, w celu wyprzedzenia ich przez pociągi wyższej kategorii. Na stacji towarowej omawianego węzła jest wykonywana pełna obsługa techniczno-handlowa pociągów towarowych, a pociągi pasażerskie przejeżdżają przez nią tranzytem, po wydzielonych do tego celu torach.



12.15. Przykład schematu funkcjonalnego stacji węzłowej o przewadze ruchu towarowego

Odrębną grupę stanowią stacje, na których istnieje bardzo wyraźna dysproporcja między intensywnością ruchu pasażerskiego i towarowego. Układ taki charakteryzuje się rozwiniętym rejonem obsługi jednego rodzaju przewozów i sprowadzonym do minimalnych rozmiarów rejonem obsługi przewozów drugiego rodzaju. Stacje takie zazwyczaj projektuje się w układzie poprzecznym. Przykład schematu stacji, obsługującej rejon dużych zakładów przemysłowych, o rozwiniętym rejonie obsługi przewozów towarowych pokazano na rysunku 12.15.

12.9.5. Dopuszczalność krzyżowań jazd sprzecznych na stacji

12.9.5.1. Kryterium dopuszczalności jazd sprzecznych w elemencie krytycznym stacji

Elementem krytycznym jest najbardziej obciążony rozjazd (lub para rozjazdów) w głowicy stacyjnej, w której zbiegają się dwie lub więcej linii kolejowych. Wybór tego rozjazdu odbywa się na podstawie analizy obciążenia ruchowego, przeprowadzanej na podstawie wykresu potoków ruchu pociągów. Oblicza się łączny czas zajęcia tego rozjazdu przez wykluczające się przebiegi pociągowej w godzinie szczytowej. Jeżeli czas

ten jest większy od 60 minut, zaproponowane rozwiązania badanej głowicy jest niedopuszczalne. Należy wówczas tak modyfikować schemat funkcjonalny układu torowego stacji, aby ograniczyć kolizyjność jazd pociągowych. Realizuje się to poprzez przeniesienie z elementu krytycznego części potoku pociągów na inny element układu. Osiąga się to projektując skrzyżowanie różnopoziomowe linii kolejowych na podejściach do stacji, posterunki odgałęźne, na których następuje rozdzielenie kierunków lub rodzajów ruchu pociągowego, zmianę wzajemnego układu torów na stacji itp. To jest pole dla inwencji projektanta, który powinien zmierzać do stworzenia układu oszczędnego, eliminującego przebiegi sprzeczne.

Do obliczeń dopuszczalności obciążenia elementu krytycznego służy nierówność (12.10):

$$(\alpha+\beta)\left[\sum_{p=1}^{P} N_{pg}t_p+\sum_{t=1}^{T} N_{tg}t_t\right]\leqslant 60 \qquad (12.10)$$

gdzie:

α — współczynnik rezerwy technicznej,

β — współczynnik nierównomierności ruchu pociągów,

N_{pg} — liczba pociągów pasażerskich kategorii p obciążających „wąskie gardło" stacji w godzinie szczytowej,

t_p — czas zajęcia „wąskiego gardła" przez pociąg pasażerski kategorii p,

N_{tg} — liczba pociągów towarowych kategorii t obciążających „wąskie gardło" stacji w godzinie szczytowej,

t_t — czas zajęcia elementu krytycznego stacji przez pociąg towarowy kategorii t,

60 — liczba minut w godzinie.

Dla godziny szczytowej przyjmuje się $\alpha+\beta = 1{,}2$.

Natężenie obciążenia ruchu obsługiwanego przez badany element stacji w godzinie szczytu wynika z wartości natężenia średniodobowego potoków pociągów, ich rozkładu w ciągu doby oraz ze sposobu ich przejścia przez stację. W obliczeniach należy korzystać ze wzoru (12.6).

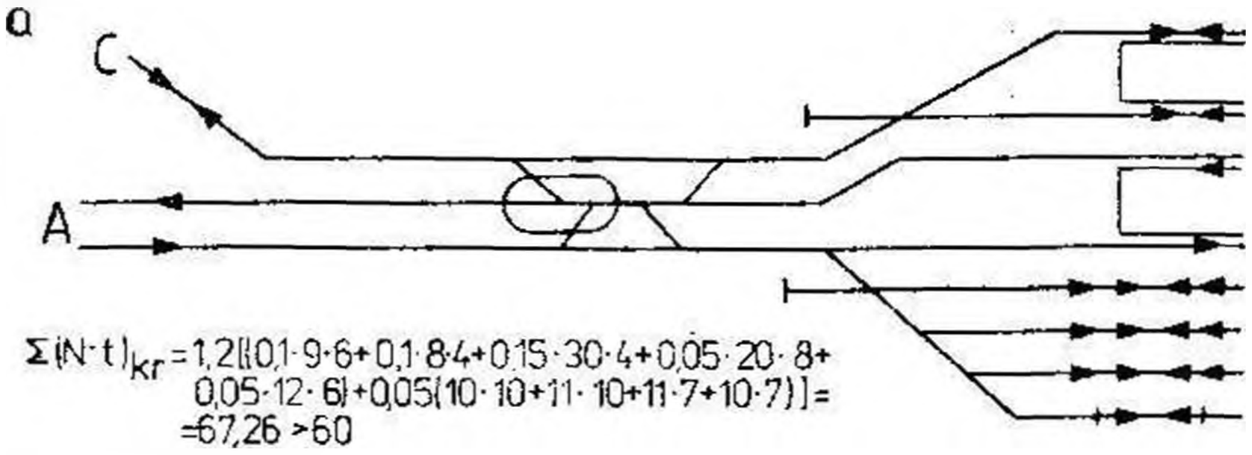
Czas zajęcia „wąskiego gardła" zależy od kategorii pociągu. Jest to czas mierzony od chwili podjęcia decyzji o ułożeniu drogi przebiegu, w skład której wchodzi badany rozjazd — do momentu jej zwolnienia przez koniec przejeżdżającego pociągu. Dla pociągów bez planowego postoju na stacji jest to czas przejazdu. Pociągi z planowym postojem obciążają rozjazd krytyczny przez czas wjazdu lub wyjazdu.

Faza sprawdzenia dopuszczalności krzyżowań jazd sprzecznych i wynikające z niego zmiany funkcjonalnego schematu stacji powtarzana jest do momentu spełnienia nierówności (12.10). Jeżeli jest spełniona, to przystępuje się do oceny proponowanego rozwiązania układu torowego stacji metodami probabilistycznymi.

12.9.5.2. Przykład badania dopuszczalności krzyżowań jazd sprzecznych

Na rysunku 12.16*a* [78] przedstawiono pierwszą wersję schematu funkcjonalnego stacji.

Elementem krytycznym stacji, przenoszącym największe obciążenie ruchowe, jest zaznaczona para rozjazdów w głowicy leżącej od strony linii *A* i *C*. Na postawie charak-



12.16
Przykład badania dopuszczalności krzyżowań jazd sprzecznych w „wąskim gardle" stacji [78]
a — rozwiązanie wstępne (niedopuszczalne) głowicy stacyjnej, *b* — ulepszone rozwiązanie (dopuszczalne) głowicy stacyjnej

terystyk obciążenia ruchowego przez rozjazdy te przejeżdżać będą wszystkie pociągi do stacji *A* oraz wszystkie pociągi towarowe do i ze stacji *C*. Przeprowadzone w odniesieniu do godziny szczytowej obliczenia łącznego czasu zajęcia badanych rozjazdów sprzecznymi jazdami pociągowymi dały jako wynik 67,26 minut. Oczywiście nierówność (12.10) nie jest spełniona, co oznacza, że obsługa przewidywanego obciążenia ruchowego przez proponowany układ będzie się odbywała w warunkach dużych zakłóceń ruchowych — kosztem rezerwy technicznej.

Nasuwającym się rozwiązaniem, pozwalającym na znaczne obciążenie „wąskiego gardła" jest zaprojektowanie na podejściu linii *C* posterunku (rys. 12.16*b*) [78] odgałęźnego, od którego odchodzić będzie łącznica obsługująca ruch towarowy. Ponowne obliczenie czasu zajęcia rozjazdów krytycznych w godzinie szczytowej daje jako wynik 51,24 minut. Nierówność (12.10) jest spełniona. Oznacza to, że według kryteriów deterministycznych proponowany układ stacji obsłuży zakładane obciążenie ruchowe.

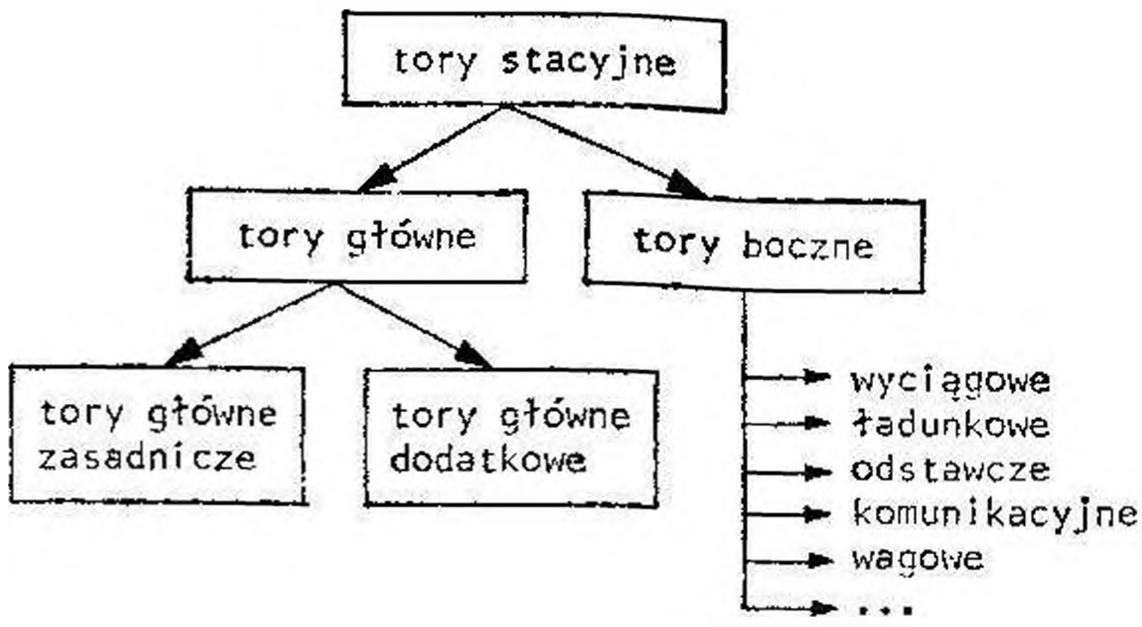
Intuicyjnie wyczuwa się, że będą jednak występować pewne zakłócenia ruchu tzn. oczekiwanie pociągów na wolną drogę, ale tą metodą nic można określić ich rozmiaru.

Dopiero na podstawie wyników symulacji komputerowej będzie można określić jakość obsługi zakładanego ruchu kolejowego przez stację, a więc jakość skonstruowanego schematu funkcjonalnego projektowanej stacji.

12.10. Elementy układów stacji

12.10.1. Rodzaje i numeracja torów

Na stacjach rozróżnia się tory główne i boczne. Tory główne dzielą się na zasadnicze i dodatkowe (rys. 12.17, tabl. 12–2). Tory główne są przystosowane do ruchu pociągów, tory boczne tylko do jazd manewrowych.



12.17 Rodzaje torów na stacjach

Rodzaje torów stacyjnych — warunki techniczne ich budowy Tablica 12–2

Rodzaje torów stacyjnych		Funkcje torów	Warunki techniczne budowy
Główne	zasadnicze	przepuszczenie pociągów bez zatrzymania (lub z postojem)	v_{max} i R_{min} jak na szlakach danej linii, — krzywe przejściowe obowiązują, — jazda przez rozjazdy tylko po prostej, — wykluczone rozjazdy krzyżowe dla linii o $v_{max} \geqslant 100$ km/h, zaś dla innych, wysoce niepożądane — nawierzchnia nowa S60 lub S49
	dodatkowe	przyjmowanie i wyprawianie pociągów z postojem na stacji	$v = 40$ km/h *), $R_{zalecane} = 300$ m (lub więcej), $R_{min} = 200$ m, — jazda przez rozjazdy typowe 1 : 9 o $R = 300$ m dopuszczone na tor łukowy (zwrotny) w rozjeździe, — rozjazdy krzyżowe dopuszczone (lecz nie zalecane), — nawierzchnia nowa S49
Boczne		pozostawianie taboru przemieszczanego w trybie jazd manewrowych	$v = 40$ km/h z ewent. ograniczeniami do, np. 20 km/h lub nawet w szczególnych przypadkach 5 km/h, — $R_{min} = 180$ m, — rozjazdy typowe 1 : 9 o $R = 190$ m, — w szczególnych przypadkach dopuszcza się rozjazdy o dużych skosach np. 1 : 7,5, 1 : 6,6, 1 : 5,8, — nawierzchnia staroużyteczna

*) Krzywe przejściowe w torach głównych dodatkowych stosuje się tylko wyjątkowo, gdy zakłada się przejazd pociągów bez zatrzymania.

Pociąg jest to skład wagonów sprzęgniętych z lokomotywą (lub elektryczny zespół trakcyjny, z czynnymi hamulcami, obsadzonymi przez drużynę pociągową (trakcyjną i ewentualnie konduktorską) z sygnałami końcowymi. Ze stacji na szlaki mogą być wyprawiane tylko pociągi (z pewnymi wyjątkami dotyczącymi pojazdów i maszyn służb utrzymania).

Jazda manewrowa jest to przemieszczenie grup pojazdów szynowych. Jazdy manewrowe mogą odbywać się tylko w obrębie stacji (pomiędzy jej semaforami wjazdowymi).

Układ rozjazdów na stacji powinien umożliwiać przebiegi wjazdowe pociągów na tory główne z przyległych do stacji torów szlakowych oraz przebiegi wyjazdowe z torów głównych stacji na tory szlakowe. Przebiegi wjazdowe i wyjazdowe pociągów są w pełni zorganizowane i kontrolowane w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym i odbywają się na sygnały podawane na semaforach.

Organizacja i kontrola w urządzeniach sterowania ruchem jazd manewrowych podlega mniejszemu reżimowi, jazdy odbywają się: na sygnały podawane na sygnalizatorach manewrowych lub na sygnały ręczne i dźwiękowe podawane przez drużynę manewrową, albo personel nastawni.

Tory główne zasadnicze są to tory leżące na przedłużeniu torów szlakowych wchodzących do stacji lub wychodzących z niej. Z reguły (z wyjątkiem stacji czołowych) umożliwia się przejazd przez stację pociągów, bez zatrzymania po torach głównych zasadniczych, z pełną prędkością rozkładową obowiązującą na danej linii ($v_{rozkł} > 40$ km/h). Wynika stąd, że promienie łuków w torach głównych, zasadniczych muszą być duże, takie jak na szlaku, a łuki kołowe muszą mieć na wejściu i wyjściu odpowiednie krzywe przejściowe. Rozjazdy na torach głównych zasadniczych układa się tak, aby przebiegi pociągów bez zatrzymania odbywały się po torach prostych. W torach głównych zasadniczych linii o $v_{max} \geqslant 100$ km/h nie wolno stosować rozjazdów krzyżowych, zaś układanie rozjazdów krzyżowych w torach głównych zasadniczych linii $v_{max} < 100$ km/h jest wysoce niepożądane.

Tory główne dodatkowe przygotowuje się do przyjmowania ze szlaków pociągów zatrzymywanych na stacji oraz wyprawiania na szlaki pociągów z postoju na stacji. Wjazdy na tory główne dodatkowe i wyjazdy z nich odbywają się przez tory łukowe, niektórych rozjazdów leżących w drodze przebiegu, z prędkością ograniczoną do $v = 40$ km/h, co jest sygnalizowane przez odpowiednie wskazania na semaforach. Zaleca się stosowanie rozjazdów o typowym skosie 1 : 9 i $R = 300$ m, a promieni łuków w torach również $R_{min} = 300$ m.

Tory boczne nie muszą mieć bezpośrednich powiązań w układzie rozjazdów z torami szlakowymi. Dąży się do takiego rozwiązywania układów torów bocznych, aby tory główne były chronione, np. przez tory żeberkowe, od niezamierzonego wyjazdu manewrującego taboru z torów bocznych. Jazdy manewrowe odbywają się z prędkością do 40 km/h, przy czym w regulaminie stacyjnym często ogranicza się te prędkości, np. do $v_{max} = 20$ km/h, w pewnych przypadkach nawet do $v_{max} = 5$ km/h.

W związku z tym na torach bocznych dopuszcza się stosowanie nawierzchni staroużytecznej (wyjętej z torów głównych po pierwszym okresie eksploatacji), stosuje się rozjazdy 1 : 9 o $R = 190$ m, a w pewnych przypadkach dopuszcza się rozjazdy o dużych skosach np. 1 : 7, 5, 1 : 6, 6 1 : 4,8 symetryczny — oszczędzające teren.

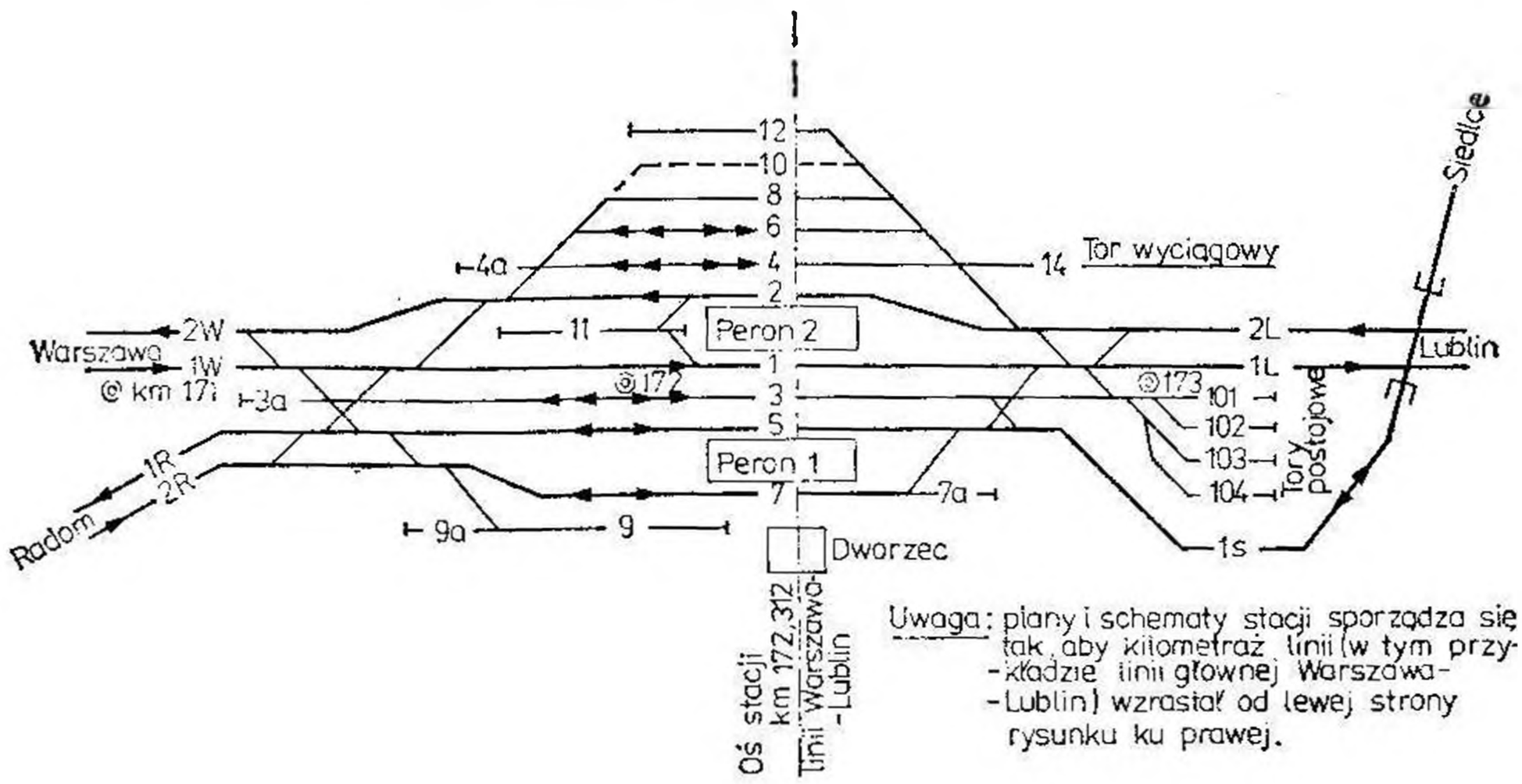
Numerację torów na stacji (rys. 12.18) wyznacza się według następujących zasad:

Na stacji pośredniej położonej na linii jednotorowej tor główny zasadniczy otrzymuje numer 1.

Na stacji pośredniej linii dwutorowej numer 1 otrzymuje tor główny zasadniczy, jego

388

tory główne zasadnicze: 1; 2; 5; 7
tory główne dodatkowe: 3; 4; 6
tory boczne stacyjne: 8; 9; 11; (10 rezerwa terenu) 12; 14; 101 do 104
tory 3a; 4a; 7a; 9a są żeberkami ochronnymi



12.18. Przykład numeracji torów na stacji [78]

funkcją podstawową jest ruch pociągów, jadących w kierunku wzrostu kilometrażu (od początku ku końcowi linii).

Tory stacyjne położone na prawo od toru 1 — patrząc w kierunku wzrostu kilometrażu — otrzymują kolejne numery nieparzyste (3, 5, 7... itd.), zaś tory położone na lewo — kolejne numery parzyste (2, 4, 6... itd.) — przy czym na stacjach położonych na linii dwutorowej nr 2 otrzymuje tor główny zasadniczy, przeznaczony w funkcji podstawowej dla pociągów jadących w kierunku malejącego kilometrażu.

Pozostawia się nie zajęte numery dla torów, które zamierza się ewentualnie budować później.

Na podejściach do stacji węzłowych, na których zbiega się kilka linii, stosuje się numerację wchodzących do stacji torów szlakowych z dodatkiem litery np. 1R, 2R (tory radomskie) — 1W, 2W (tory warszawskie), zaś numerację torów stacyjnych na takich stacjach wyznacza się w stosunku do torów głównych zasadniczych najważniejszych linii.

Na dużych stacjach, gdzie liczba torów jest znaczna (kilkadziesiąt lub nawet kilkaset), tory są często kojarzone w grupy o jednorodnym przeznaczeniu funkcjonalnym — stosuje się kolejną numerację torów w takich grupach, przy czym numerację w każdej grupie zaczyna się od nowych dziesiątek lub setek — np. w grupie torów przyjazdowych: 101, 102, 103..., w grupie torów kierunkowych 201, 202, 203...

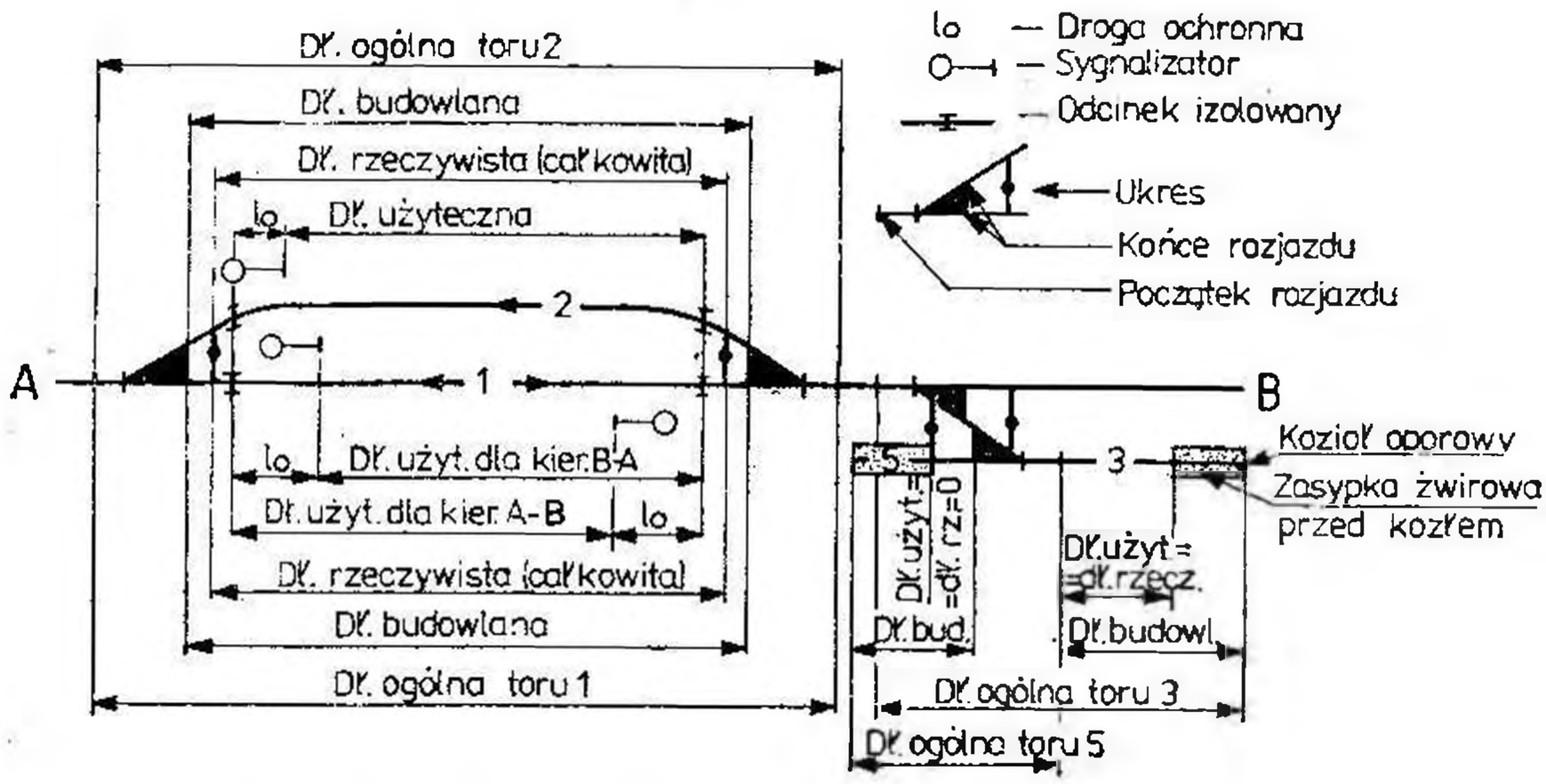
Numeracje rozjazdów na stacji wyznacza się kolejno w kierunku wzrostu kilometrażu. Numerację zgrupowań rozjazdów zaczyna się od nowych dziesiątek lub setek, pozostawiając wolne numery do ewentualnej rozbudowy.

Skrzyżowań torów i kozłów oporowych nie numeruje się.

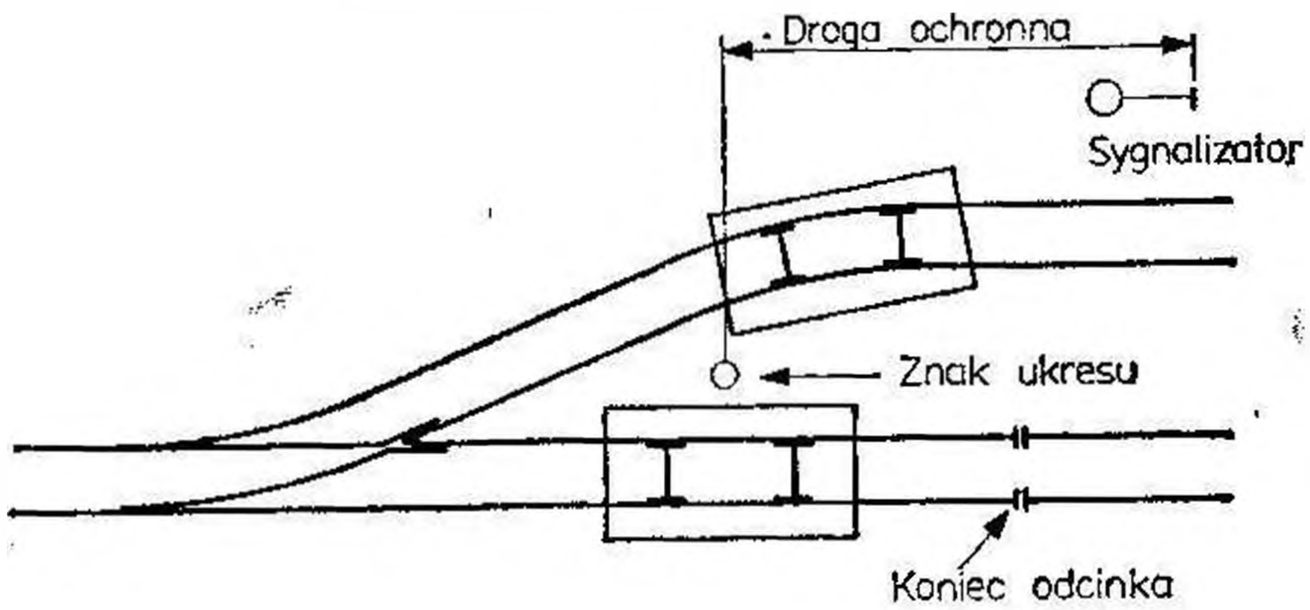
12.10.2.1. Pojęcia

Rozróżnia się cztery pojęcia długości torów stacyjnych (rys. 12.19), wykorzystywane do różnych celów:

— długość użyteczna — stosowana do potrzeb eksploatacyjno-ruchowych;
— długość rzeczywista (zwana też całkowitą) — określana w projektach układu torów przed sporządzeniem projektu urządzeń sterowania ruchem kolejowym (srk);
— długość budowlana — wykorzystywana do zamówień materiałów nawierzchni i kosztorysowania robót;
— długość ogólna — stosowana do statystyki.



12.19. Długość torów (określenie)



12.20

Długość użyteczna jest to długość tej części toru, na której powinien zmieścić się podczas postoju pociąg lub grupa pojazdów szynowych.
W najczęściej spotykanym przypadku długość użyteczną określa się pomiędzy sygnalizatorem wyjazdowym z toru, a urządzeniem zwalniającym przebieg wjazdowy na ten tor, np. końcem odcinka izolowanego. Dla toru przystosowanego do jazd w obu kierunkach długości użyteczne dla różnych kierunków mogą być niejednakowe, zależnie od położenia syngalizatorów i urządzeń zwalniających przebiegi.

390 **Ukres** jest to miejsce (rys. 17.20), do którego można najdalej doprowadzić tabor na jednym z torów wyprowadzonych z rozjazdu, pozostawiając jeszcze możliwość przejazdu po drugim torze. Zasady ustawiania znaków omówiono w rozdziale 12.10.8, dotyczącym rozjazdów.

Sygnalizatory i końce odcinków izolowanych muszą być zlokalizowane dalej od rozjazdu niż ukres.

Długość użyteczną torów nie wyposażonych w urządzenia srk określa się między ukresami lub początkami rozjazdów zwróconymi „do toru", a w torach żeberkowych — początkami zasypki piaskowej przed kozłami oporowymi. Ogranicznikiem długości użytecznej toru może być także wykolejnica lub przejazd, albo przejście przez tor (jeśli ma być czynne podczas postoju pociągu).

Długość rzeczywista (całkowita) jest to długość toru wyznaczana pomiędzy ukresami ograniczającymi ten tor lub początkami rozjazdów zwróconymi „do toru", albo początkami zasypki przed kozłami oporowymi — zależnie od sytuacji.

Długość rzeczywista (całkowita) torów głównych musi być większa niż długość użyteczna o wartość wymaganej drogi ochronnej za sygnalizatorem wyjazdowym (100 m — jeśli dopuszcza się wjazd na dany tor z prędkością rozkładową większą niż 40 km/h, 50 m — jeśli wjazd odbywa się z prędkością do 40 km/h np. przez rozjazd z jazdą na ich tory zwrotne) oraz o długość potrzebną dla urządzenia zwalniającego przebieg wjazdowy np. odcinka izolowanego.

W szczególnych przypadkach, jeżeli tor boczny nie ma urządzeń srk (sygnalizatorów, odcinków izolowanych, wykolejnic) jego długość rzeczywista (całkowita) może być równa długości użytecznej.

Długość budowlana jest to długość nawierzchni szynowej wbudowanej w dany tor, mierzona między końcami (lub początkami) rozjazdów, ograniczających ten tor, a kozłem oporowym, kończącym tor żeberkowy.

Długość budowlana jest zawsze większa od długości rzeczywistej (całkowitej) o odległości ukresów od końców rozjazdów oraz o długość zasypki przed kozłem oporowym.

Długość ogólna jest to długość budowlana toru zwiększona o długości rozjazdów, którymi ten tor się zaczyna i kończy.

12.10.2.2. Długości torów dla pociągów towarowych

Na PKP przy budowie nowych stacji i przebudowie istniejących stosuje się z reguły długości użyteczne torów głównych dla pociągów towarowych o 120 lub 150 osiach obliczeniowych (tablica 12–3).

Normy długości składów wagonowych pociągów ustala się w zależności od znaczenia linii i charakteru prowadzonych na niej przewozów. Normę długości pociągów 150 osi obliczeniowych wyznaczono dla kilku linii magistralnych przeznaczonych dla przewozów ładunków masowych (np. węgla ze Śląska do portów).

Na istniejących liniach drugorzędnych i znaczenia miejscowego spotyka się jeszcze stacje o mniejszych długościach użytecznych torów (np. 100 osi obliczeniowych lub mniej), które w miarę potrzeb i możliwości są przy modernizacji stacji powiększone.

Na jedną oś obliczeniową przyjmuje się długość 5 m, zaś na jedną lokomotywę 25 m.

Minimalne długości rzeczywiste (całkowite) torów głównych dla pociągów towarowych

Tablica 12–3

Długość pociągu osi obl.	Tory główne zasadnicze (wjazd z pełną $v_{rozkł.} > 40$ km/h) droga ochr. = 100 m	Tory główne dodatkowe (wjazd z $v = 40$ km/h) droga ochr. = 50 m
120	650+100+10+10 = 770 m	650+50+10+10 = **720 m**
150	800+100+10+15 = 925 m	800+50+10+15 = **875 m**

Przewiduje się prowadzenie pociągów przez dwie lokomotywy. Stosowane są więc z reguły następujące długości użyteczne torów dla pociągów towarowych.

— dla poc. 120 osi oblicz.: $120 \times 5 + 2 \times 25 = 650$ m,

— dla poc. 150 osi oblicz.: $150 \times 5 + 2 \times 25 = 800$ m.

Projektant sporządzający projekt układu torów stacji nie zna jeszcze szczegółowego rozmieszczenia urządzeń sterowania ruchem (sygnalizatorów, odcinków izolowanych itd.), które rozmieści dokładnie dopiero później projektant srk. Projektant „torowy" operuje więc nie długościami użytecznymi torów, lecz długościami rzeczywistymi (całkowitymi), które muszą być większe niż długości użyteczne z przewidywaniem wymogów urządzeń srk. Ustalając długości rzeczywiste trzeba więc przewidzieć (lepiej z zapasem niż niedomiarem) drogi ochronne za sygnalizatorami, długości odcinków izolowanych (10 m od ukresu), a także zapasy długości (10 do 15 m) na nieprecyzyjne zatrzymanie pociągów przez maszynistów.

Uwzględniając te elementy, stosuje się z reguły następujące długości rzeczywiste torów dla pociągów towarowych (tabl. 12–3). Komentarz:

Normy długości składów wagonowych pociągów wyrażone w osiach obliczeniowych ustalono na PKP dość dawno, gdy w eksploatacji były prawie wyłącznie wagony dwuosiowe o długości ok. 10 m i ładowności ok. 23 ton, o masie własnej (tarze) ok. 10 ton. Stosunek masy brutto do zajmowanej długości toru wynosi więc dla takich wagonów ok. $(23+10) : 10 = 3{,}3$ t/m.

Skład 120 osiowy złożony z 60 wagonów dwuosiowych, o długości 120×5 m/oś obl. = = 600 może więc osiągnąć masę brutto (przy pełnym wykorzystaniu ładowności) ok. 60 wag $\times$ (23+10) t $\approx$ 2000 t.

Wydłużenie składu do 150 osi obliczeniowych (150+5 = 750 m) tzn. 75 wagonów dwuosiowych pozwalało zwiększyć masę brutto pociągu do ok. 75 wag. $\times$ (23+10) t = = ok. 2500 t.

Sposób umożliwienia zwiększenia masy brutto pociągów przez wydłużenie torów stacyjnych stosowano przed wojną i w początkowym okresie powojennym. Poczynając od lat sześćdziesiątych wprowadza się do eksploatacji PKP coraz powszechniej wagony czteroosiowe (nowych wagonów dwuosiowych w zasadzie się nie buduje, a stare w miarę zużycia są wycofywane). Wagony czteroosiowe (na dwóch wózkach dwuosiowych) mają długość rzędu 12 do 15 m i ładowności rzędu 55 do 60 ton, przy masie własnej ok. 22 do 25 ton. Mają więc znacznie korzystniejszy, niż wagony dwuosiowe, stosunek masy brutto do zajmowanej długości toru np. (60+25) : 15 = 5,7 t/m.

392 Biorąc pod uwagę ich długość przyjęto, że wagon czteroosiowy traktuje się w kalkulacjach długości składu wagonowego jako trzy osie obliczeniowe.
Skład wagonowy o długości 120 osi obliczeniowych (600 m) może więc składać się z ok. 600 : 15 = 40 wagonów czteroosiowych i osiągnąć masę brutto 40 wag.·(60+25) t ≈ ≈ 3400 t.
Natomiast skład o długości 150 osi obliczeniowych (750 m) może składać się nawet z 750 : 15 = 50 wagonów czteroosiowych i osiągnąć masę brutto 50 wag.·(60+25) t ≈ ≈ 4250 t.
Przedstawione kalkulacje mają charakter przybliżony — dla konkretnych typów wagonów i ładunków wyniki mogą być nieco inne.
Jednakże, ponieważ wytrzymałość stosowanych obecnie na PKP sprzęgów śrubowych ogranicza masę brutto pociągów do ok. 3500 ton (nawet, jeśli dwuczłonowe elektrowozy dysponują odpowiednią mocą dla prowadzenia cięższych pociągów na liniach o korzystnym profilu), to obecnie na PKP tendencja wydłużania torów ponad 120 osi obliczeniowych osłabła, a masa pociągów rośnie głównie dzięki zwiększeniu udziału wagonów czteroosiowych w parku wagonów.
Tendencja wydłużenia torów stacyjnych wystąpi ponownie po wprowadzeniu wagonów, mających wytrzymalszy samoczynny sprzęg oraz lokomotyw o wielkich mocach. Przykładowo, koleje SŻD dysponujące wagonami cztero-, sześcio- i nawet ośmioosiowymi o sprzęgu samoczynnym, na niektórych bardziej obciążonych przewozami liniach magistralnych stosują długości torów stacyjnych 1050 m, umożliwiające prowadzenie pociągów o masie 5000–6000 t brutto i rozważają dalsze ich zwiększanie.

12.10.2.3. Długości torów dla pociągów pasażerskich

Długości użyteczne torów dla pociągów pasażerskich określa się przyjmując długość 1 wagonu czteroosiowego ok. 25 m oraz długość lokomotywy również 25 m. Na PKP stosuje się długości torów umożliwiające kursowanie pociągów dalekobieżnych, składających się z 16 wagonów lub z 12 wagonów, o długościach składu wagonowego odpowiednio 16 × 25 = 300 m. Kursowanie składów o długości 400 m ma miejsce w ruchu międzynarodowym i na niektórych, okresowo najbardziej obciążonych trasach krajowych (np. Wybrzeże w lecie), dlatego dla tej długości pociągów powinny być przygotowane duże stacje osobowe i techniczno-postojowe.
Perony dla pociągów dalekobieżnych powinny mieć długość równą długości składu wagonowego tj. 400 m lub 300 m — zakładając, że lokomotywa zatrzymuje się poza peronem, co wymaga odsunięcia semafora od czoła peronu o 25 m.
Długości składów pociągów lokalnych (i peronów dla nich) przyjmuje się 200 m, choć na niektórych liniach znaczenia miejscowego można jeszcze spotkać krótsze perony. Długość peronu 200 m przyjmuje się również dla pociągów złożonych z trzech trójwagonowych elektrycznych zespołów trakcyjnych (ezt — zwany również „jednostkami elektrycznymi").
Ponieważ długość jednej jednostki wynosi ok. 60 do 63 m (zależnie od typu), więc pociąg z 3 jednostek ma faktyczną długość ok. 180 do 190 m. Resztę długości peronu traktuje się jako tolerancję dla maszynisty na niedokładne zatrzymanie pociągu.

Uwzględniając długości dróg ochronnych (100 m lub 50 m), długości odcinków izolowanych (10 m od ukresu), a także zapasy długości (15 m) — długości rzeczywiste (całkowite) torów głównych, przeznaczonych wyłącznie dla pociągów pasażerskich, powinny mieć co najmniej wartości podane w tablicy 12–4.

Długości rzeczywiste (całkowite) torów głównych dla pociągów pasażerskich [78] Tablica 12–4

Rodzaj pociągów	Liczba wagonów w poc.	Dł. składu wagonowego i dł. peronu	Tory gł. zasadnicze (wjazd z pełną $v_{rozkł.} > 40$ km/h) droga ochr. = 100 m	Tory gł. dodatkowe wjazd z $v = 40$ km/h droga ochr. = 50 m
Dlb. międzynarodowe	16	400 m	400+25+100+10+15 = = 550 m	400+25+50+10+15 = = 500 m
Dlb. krajowe	12	300 m	300+25+100+10+15 = = 450 m	300+25+50+10+15 = = 400 m
Lokalne	8	200 m	200+25+100+10+15 = = 350 m	200+25+50+10+15 = = 300 m
	3 ezt	200 m	200+100+10 = 310 m	200—50+10 = 260 m

ezt — elektryczny zespół trakcyjny

Należy zwrócić uwagę na fakt, że jeśli tor jest przeznaczony do zatrzymywania, zarówno pociągów pasażerskich jak i towarowych — to jego długość należy wyznaczyć według wymagań, jak dla pociągów towarowych, które potrzebują dłuższych torów. Dotyczy to z reguły torów głównych pośrednich i mniejszych stacjach węzłowych, gdzie nie przewiduje się specjalizacji torów.

Uwaga: Długości rzeczywiste torów na stacjach technicznych (postojowych) — na których ruch składów wagonowych próżnych jest wykonywany jako manewrowy a nie jako pociągowy — mogą być mniejsze, gdyż nie potrzeba dróg ochronnych. Mogą one wynosić co najmniej: 450 m dla pociągów dalekobieżnych międzynarodowych, 350 m dla pociągów dalekobieżnych krajowych, 250 m dla pociągów lokalnych oraz 220 m dla pociągów elektrycznych lokalnych z 3 ezt (ezt — elektryczny zespół trakcyjny).

12.10.2.4. Żeberka ochronne

Żeberka ochronne są to stosunkowo krótkie tory, zakończone kozłami oporowymi z zasypką żwirową na szynach przed kozłem — przeznaczone do przyjęcia awaryjnej jazdy taboru, który się nie zatrzymał przed właściwym sygnalizatorem wskazującym sygnał „stój". Awaryjny wjazd taboru na żeberko ochronne jest mniej groźny w skutkach, niż zderzenie się z taborem odbywającym inną jazdę (pociągową lub manewrową).

Żeberka ochronne z założenia więc nie są przeznaczone do odstawiania taboru i ich długość użyteczna może być zerowa. Nie należy więc mylić żeberek o funkcji wyłącznie ochronnej z torami również zakończonymi kozłami oporowymi, lecz przewidzianymi

do odstawiania taboru, np. lokomotyw, których długość użyteczną i rzeczywistą wyznacza się zależnie od długości grup taboru, jakie mają się zmieścić na torze.

Zasypkę żwirową przed kozłem oporowym (10 cm nad główką szyny) wykonuje się na długości minimum 15 m dla ewentualnego awaryjnego przyjęcia przebiegu pociągowego wyjazdowego lub jazdy manewrowej, a minimum 30 m — dla przebiegu pociągowego wjazdowego.

Zasypka może zaczynać się już przy ukresie, jeśli jest to żeberko o funkcji wyłącznie ochronnej.

Kozioł oporowy żeberka ochronnego powinien być usytuowany w odległości minimum 100 m od rzeki, urwiska lub innej przeszkody np. budynku. Odległość ta może być zmniejszona do 50 m, pod warunkiem pokrycia terenu za kozłem oporowym warstwą poziomą żwiru o grubości minimum 50 cm na długości minimum 30 m.

Przed przeszkodami stosuje się również wzmocnione kozły oporowe żelbetowe lub samohamowane specjalnej konstrukcji.

Obecnie dąży się do zapewnienia ochrony przebiegów pociągowych po torach głównych zasadniczych przed nieprzewidzianymi wjazdami z torów głównych dodatkowych i bocznych. W tym celu stosuje się specjalne rozwiązania w układzie torowym stacji i w miarę potrzeby, dodatkowe rozjazdy i żeberka ochronne. Podraża to układy torowe i urządzenia srk — lecz zwiększa bezpieczeństwo ruchu.

Na stacji przedstawionej na rysunku 12.18 żeberkami ochronnymi są tory nr *3a*, *4a*, *7a* i *9a*, natomiast przebiegi po torach głównych zasadniczych *1L*, *2L* i *1S* w prawej części stacji są chronione dzięki odpowiedniemu ustawieniu zwrotnic na tor *14* (wyciągowy) i *101* (postojowy).

12.10.3. Łuki kołowe (w planie)

Dąży się w miarę możliwości do projektowania torów stacyjnych prostych. Oczywiście całkowita eliminacja odcinków torów w łukach nie jest możliwa — zmierza więc się do ulokowania nieodzownych łuków w końcach stacji tak, aby umożliwić dobrą widoczność sygnałów z całej długości użytecznej toru.

W torach głównych zasadniczych, po których przewiduje się przejazd pociągów bez zatrzymania, stosuje się duże promienie łuków kołowych (z reguły $R \geqslant 1000$ m) oraz przechyłki torów i krzywe przejściowe według takich samych wymogów jak dla torów szlakowych linii, na której leży stacja według zasad omówionych w rozdz. 12.11.

W torach głównych dodatkowych zaleca się stosowanie $R \geqslant 300$ m, zaś dopuszcza $R_{min} = 200$ m (wyjątkowo $R_{min} = 180$ m), natomiast w zasadzie nie stosuje się przechyłek torów i krzywych przejściowych, gdyż prędkości ruchu po tych torach są z reguły ograniczone do 40 km/h, ze względu na jazdę przez tory zwrotne rozjazdów.

Wyjątek stanowią tory główne dodatkowe przystosowane do przebiegów bez zatrzymania (np. do wyprzedzania pociągu zatrzymanego na torze głównym zasadniczym), w których należy przewidzieć krzywe przejściowe — nawet jeśli jazda ma się odbywać tylko z prędkością $v_{max} = 40$ km/h.

W torach stacyjnych bocznych i na bocznicach zakładowych dopuszcza się $R_{min} = 180$ m, a zupełnie wyjątkowo $R_{min} = 150$ m, dla torów, na których przewidywane są tylko

jazdy lokomotyw manewrowych przystosowanych do wpisywania się w tory o małych R.

Tory wyciągowe do pracy manewrowej powinny być proste, wyjątkowo dopuszcza się $R_{min} = 600$ m. Nie wolno układać torów wyciągowych w łukach odwrotnych.

Dąży się do układania torów przyperonowych po prostej na długości krawędzi peronowej. Jeśli zachodzi potrzeba umieszczenia peronu przy torze w łuku, to należy zmierzać do tego, aby jego promień był $R \geqslant 500$ m.

Tory wagowe muszą być proste (i poziome) na długości co najmniej po 20 m przed i za wagą wagonową.

12.10.4. Pochylenia torów i załomy profilu podłużnego

Tory stacyjne, na których przewiduje się postój wagonów nie sprzęgniętych z pojazdem trakcyjnym, powinny być ułożone na poziomie ($0^0/_{00}$) lub pochyleniu nie większym niż $0{,}5^0/_{00}$.

Warunek ten wynika z konieczności niedopuszczenia do ruszania i niekontrolowanej jazdy wagonów pozostawionych na torze. Obecnie większość wagonów PKP (a w niedalekiej przyszłości wszystkie) jest wyposażona w łożyska toczne, dzięki którym ich jednostkowy opór ruchu wynosi tylko ok. 1 do 2 N/KN. Oznacza to, że na torze o pochyleniu rzędu 1 do 2% składowa siła ciężkości równoległa do toru przekraczałaby wartości sił oporu ruchu i wagony mogłyby samodzielnie ruszać (staczać się z równi pochyłej), szczególnie przy silnym wietrze o kierunku zgodnym ze spadkiem toru.

Dawniej stosowano łożyska ślizgowe, przy których jednostkowe opory ruchu wagonów były rzędu 3 do 4 N/KN, zaś największe pochylenie torów stacyjnych dopuszczano odpowiednio $2{,}5^0/_{00}$. Zmiana wartości dopuszczalnego pochylenia torów stacyjnych z $2{,}5^0/_{00}$ na $0{,}5^0/_{00}$ nastąpiła na PKP w r. 1968 — należy więc brać to pod uwagę przy korzystaniu z literatury sprzed tego roku.

Wymiana w wagonach łożysk ślizgowych na toczne umożliwiła, dzięki zmniejszeniu jednostkowych oporów ruchu, wyraźne powiększenie masy pociągów i zmniejszyła zużycie energii potrzebnej do ich przemieszczania, lecz wymusiła ze względów bezpieczeństwa zmniejszenie dopuszczalnego pochylenia torów stacyjnych. Wiele istniejących od dawna stacji ma tory o pochyleniu do $2{,}5^0/_{00}$ i zmniejszenie pochyleń tych torów, przeprowadzane stopniowo, przy okazji modernizacji lub kapitalnych remontów tych stacji, napotyka często na duże trudności, wynikające z uwarunkowań terenowych. Dlatego też przy modernizacji istniejących stacji (ale nie przy budowie nowych!) dopuszcza się w wyjątkowych przypadkach, ekonomicznie uzasadnionych (po przeprowadzeniu analizy wariantowej), pochylenia torów stacyjnych do $1{,}5^0/_{00}$, pod warunkiem zastosowania zabezpieczeń uniemożliwiających zjazd wagonów, jak np. żeberek ochronnych, wykolejnic, wykładania płozów hamulcowych itp.

Dla torów komunikacyjnych, na których nie przewiduje się pozostawiania wagonów bez lokomotywy, dopuszcza się pochylenia do $25^0/_{00}$, przy czym wartość pochylenia powinna być określona zależnie od masy przemieszczanych po takim torze składów wagonów oraz mocy lokomotywy.

396 Dla torów komunikacyjnych, przeznaczonych wyłącznie do ruchu lokomotyw, dopuszcza się pochylenia do $40^0/_{00}$ — dla torów przewidzianych dla przejazdu parowozów, a nawet do $60^0/_{00}$ — dla torów dla przejazdu tylko elektrowozów i lokomotyw spalinowych.

Tory wagowe muszą być ułożone w poziomie ($0^0/_{00}$) na długości wagi oraz co najmniej po 20 m z każdej strony wagi.

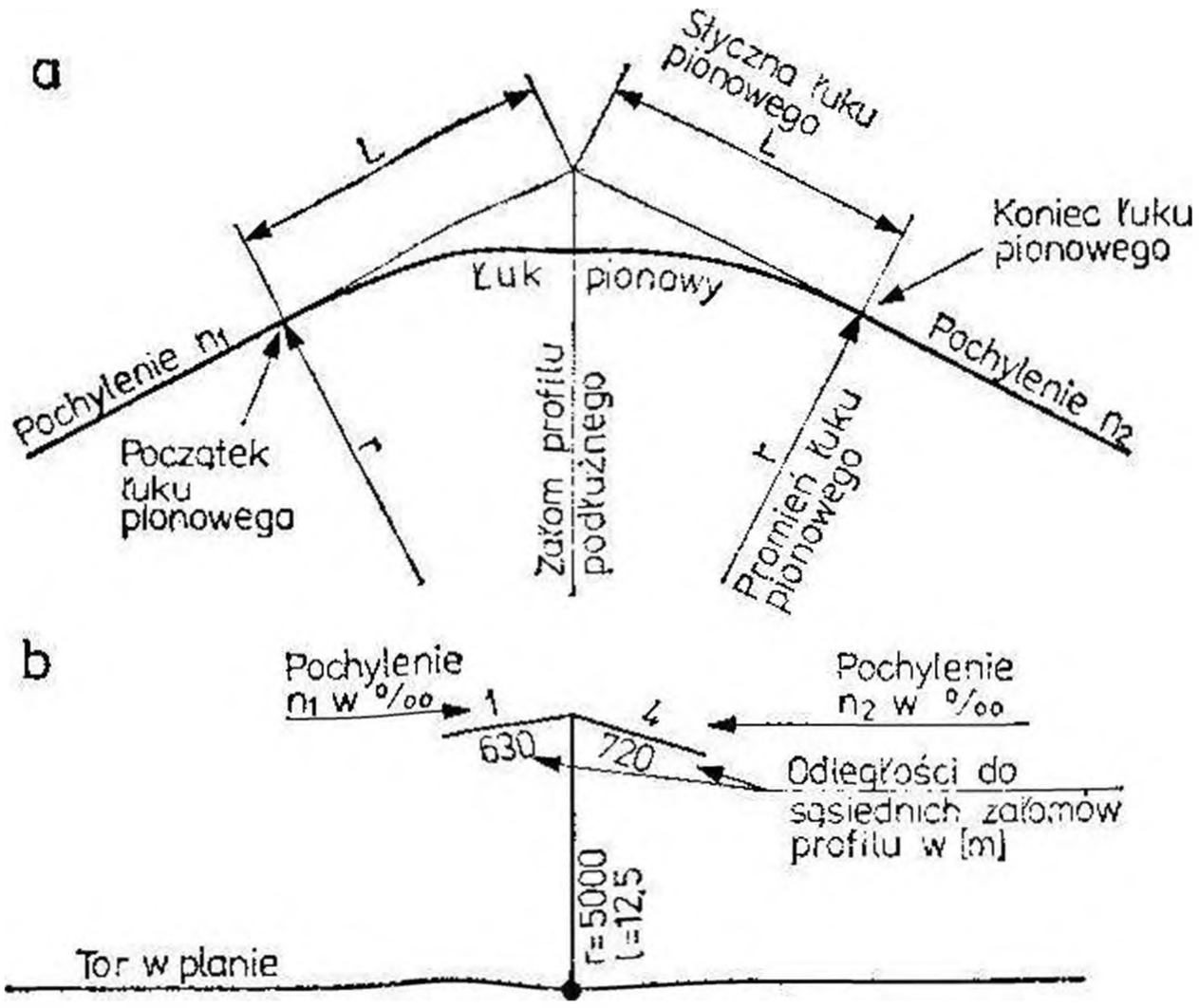
Pochylenia torów w rejonie górki rozrządowej określa się według poszczególnych wytycznych, zawierających liczne odstępstwa od wymienionych zasad.

Warunek ułożenia torów stacyjnych na pochyleniu nie większym niż $0{,}5^0/_{00}$ dotyczy tych odcinków torów, na których wagony mogą być pozostawione bez lokomotywy, a więc długości użytecznych torów stacyjnych. Wynika stąd, że końcówki torów oraz drogi rozjazdowe mogą być (w razie potrzeby) układane na pochyleniach większych.

Minimalne promienie *r* [m] łuku pionowego zaokrąglającego załom profilu podłużnego Tablica 12–5

W torach:	Na stacjach położonych na liniach			
	$v = 200$ km/h (np. CMK)	magistralnych i I-rzędnych	II-rzędnych	znaczenia miejscowego
szlakowych i głównych zasadniczych na stacjach	15 000	10 000 (5 000) *)	5000 (2500) *)	2000
głównych dodatkowych na stacjach	5 000	5 000	2500	2000
bocznych na stacjach	5 000	2 000	2000	2000

*) Dopuszczalny w wyjątkowo trudnych warunkach przy modernizacji stacji istniejących.



12.21
Załom profilu podłużnego

a — elementy geometryczne profilu, *b* — przykład oznaczenia na planie

Nie zaleca się jednak stosowania większych pochyleń w drogach rozjazdowych niż $5^0/_{00}$, gdyż rozjazdy ułożone na torze pochyłym są trudniejsze do utrzymania i regulacji, ze względu na wzmożone pełzanie szyn. Korzystniej więc jest umieszczać załomy profilu poza stacją niż w jej obrębie.

Różnica wartości dwóch sąsiednich pochyleń na danych załomach profilu w torach szlakowych i głównych na stacjach linii magistralnych i pierwszorzędnych nie powinna być większa niż $5^0/_{00}$, zaś linii drugorzędnych i znaczenia miejscowego o pochyleniu miarodajnym większym niż $10^0/_{00}$ — nie większa niż połowa wartości pochylenia miarodajnego (np. dla linii II rzędnej o $i_m = 12^0/_{00}$ różnica ta nie powinna być większa niż $12 : 2 = 6^0/_{00}$. W torach bocznych na stacjach ograniczenie to nie obowiązuje.

Gdy różnica wartości dwu sąsiednich pochyleń jest $\geqslant 2{,}5^0/_{00}$, należy wykonać zaokrąglenie załomu profilu łukiem pionowym o promieniu nie mniejszym niż podany w tablicy 12–1.

Długość L stycznej łuku pionowego, zaokrąglającego załom profilu podłużnego, określa się ze wzoru (rys. 12.21).

$$l = \frac{rn}{2000} \text{ [m]} \tag{12.11}$$

gdzie:

r — promień łuku pionowego [m],

n — wartość bezwzględna różnicy pochyleń $[^0/_{00}]$

$$n = |n_1 - n_2| \tag{12.12}$$

gdzie:

n_1 i n_2 — wartości pochyleń sąsiadujących na załomie profilu ze znakiem „+" dla wzniesienia i „−" dla spadku.

Przykłady obliczenia wartości stycznej łuku pionowego l:

a — linia magistralna — tor główny zasadniczy $r = 10000$ m

$$-5^0/_{00};\ -1^0/_{00}\quad l = \frac{10000 \cdot |-5-(-1)|}{2000} = \frac{10000 \cdot 4}{2000} = 20 \text{ m}$$

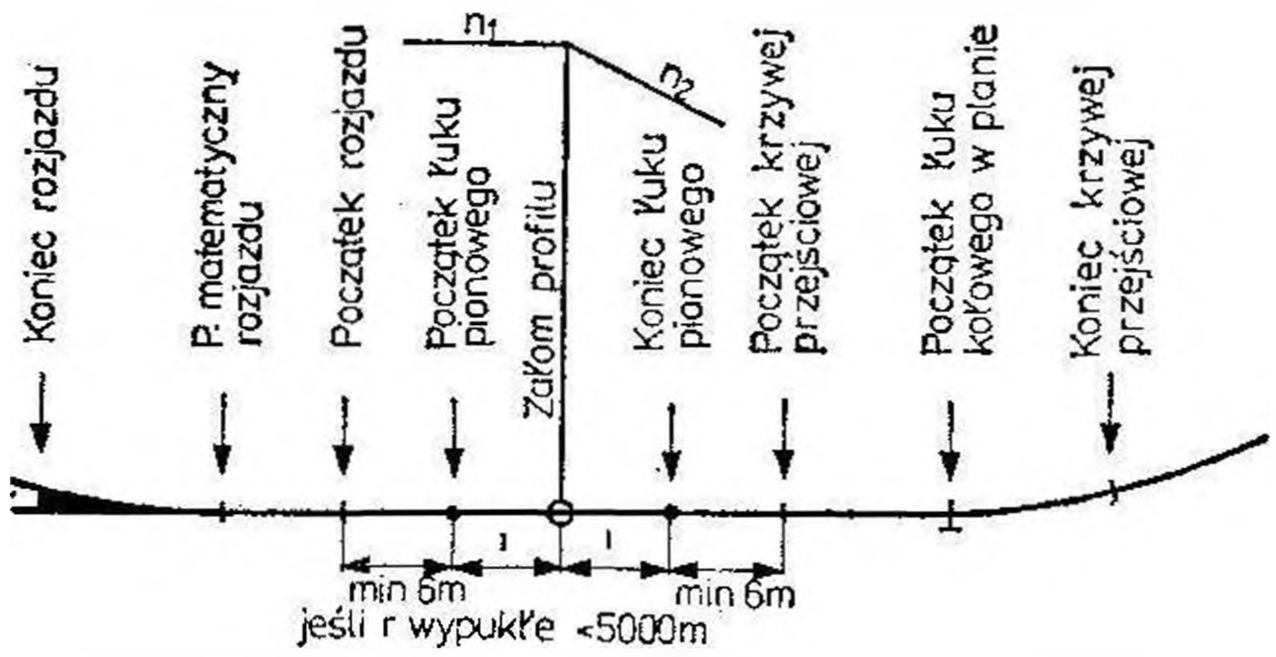
b — boczny tor stacyjny $r = 2000$ m

$$+8^0/_{00};\ -1^0/_{00}\quad l = \frac{2000 \cdot |+8-(-1)|}{2000} = \frac{2000 \cdot 9}{2000} = 9 \text{ m}$$

Załomy profilu z zasady umieszcza się na prostych odcinkach torów w planie.

Zaokrąglenia załomu profilu podłużnego nie mogą pokrywać się z krzywą przejściową, zaś umieszczenie zaokrągleń załomu profilu na łuku kołowym toru w planie jest dopuszczalne, lecz nie pożądane. Koniec stycznej łuku pionowego zaokrąglającego załom profilu powinien być odległy co najmniej o 6 m od początku (lub końca) krzywej przejściowej w planie.

Rozjazdy mogą być układane — jeśli jest to nieodzowne — na wklęsłych zaokrągleniach załomu profilu, natomiast na wypukłych — tylko w przypadku zastosowania promienia łuku pionowego $r \geqslant 5000$ m (rys. 12.22).



12.22
Warunki dopuszczalności sąsiedztwa załomu profilu z rozjazdem lub krzywą przejściową

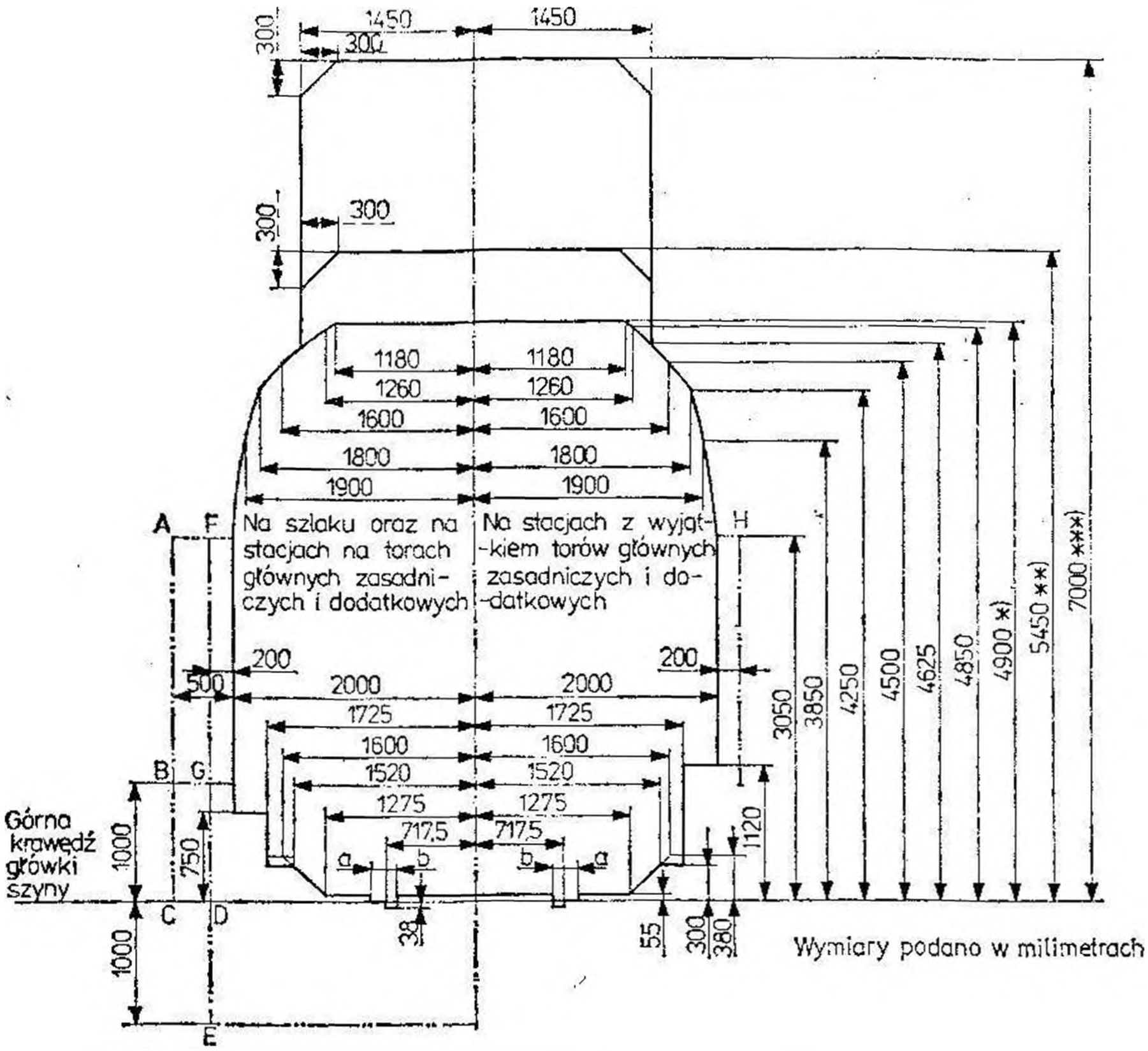
W przypadku zastosowania promienia zaokrąglenia wypukłego załomu profilu $r < 5000$ m odległość początku lub końca rozjazdu od stycznej łuku pionowego zaokrąglającego załom profilu musi być równa co najmniej 6 m. Wykluczenie układania rozjazdów na wypukłych łukach pionowych o zbyt małym promieniu, wynika z warunków bezpiecznego przejścia zestawów kołowych przez rozjazd i zapewnienia należytego podparcia iglic na poduszkach podiglicowych.
W projektach nowych stacji należy unikać wyznaczania załomów profilu w drogach zwrotnicowych, z wyjątkiem stref rozgałęźnych górek rozrządowych.

12.10.5. Rozstawy torów

Rozstaw torów jest to odległość między osiami dwóch sąsiednich torów, określana zazwyczaj w metrach (nie mylić z prześwitem toru tj. odległością między wewnętrznymi powierzchniami główek szyn).
Rozstaw torów określa się z uwzględnieniem:
— zachowania skrajni budowli przy sytuowaniu różnych urządzeń między torami (rys. 12.23),
— uzyskania wolnej przestrzeni poza skrajnią taboru do pracy ludzi,
— zachowania odległości do pracy oczyszczarki tłucznia od obiektów stałych zlokalizowanych między torami.
Skrajnia budowli dopuszcza lokowanie wszelkich urządzeń na stacji nie bliżej niż 2,20 m od osi toru. Wynika stąd minimalny rozstaw torów na stacji, przy założeniu ustawienia sygnalizatora na słupie o średnicy 0,10 m.

$$2{,}20+0{,}10+2{,}20 = 4{,}50 \text{ m}$$

Rozstaw 4,50 m nie pozostawia żadnych zapasów i jako taki nie jest zalecany. Dopuszczalny jest wyjątkowo tylko w dwóch przypadkach:
1 — między torami głównymi zasadniczymi linii, na które rozstaw torów szlakowych wynosi 4,50 m (dotyczy to np. linii CMK) — chodzi tu o przeprowadzenie obu torów głównych zasadniczych przez stacje po prostej bez łuków odwrotnych:
2 — jako rozstaw pozostawiany wyjątkowo przy modernizacji istniejących stacji (raczej między torami bocznymi niż głównymi), jeśli nie ma warunków do jego powiększenia (rys. 12.24).
Normalny najmniejszy rozstaw torów stacyjnych, umożliwiający ustawienie sygnalizatorów i względnie wygodne poruszanie się personelu na międzytorzu określono jako



*) dla linii nie podlegających elektryfikacji
**) dla nowych budowli ciężkich na liniach elektryfikowanych
***) dla nowych budowli lekkich na liniach elektryfikowanych

2.23. Skrajnia budowli

AB **— na przystankach, *ABCDE* — na szlaku z wyjątkiem przystanków, *FG* — na torach stacyjnych głównych zasadniczych i dodatkowych, *HI* — na torach stacyjnych bocznych**

4,75 m, zaś najmniejszy rozstaw torów dla ustawienia słupów sieci trakcyjnej jako 4,90 m (co drugi tor).

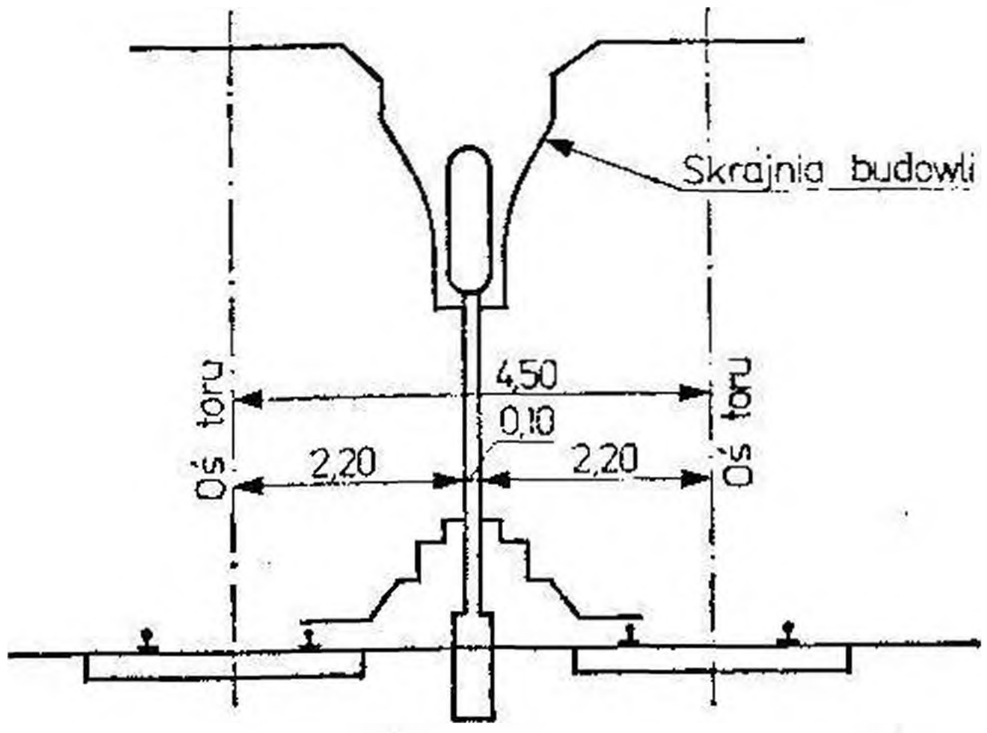
Obecnie, jeśli nie ma innych wymogów dotyczących zagospodarowania międzytorza, najczęściej stosuje się rozstaw torów:

— między stacyjnymi torami głównymi 5,00 m,

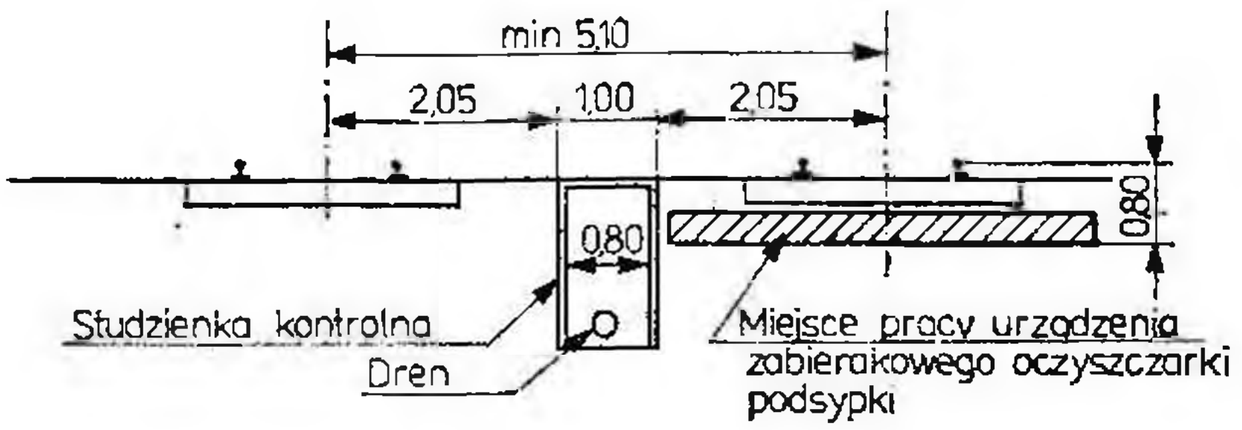
— między torami bocznymi 4,75 m.

Jeśli na międzytorzu ma znajdować się ciąg odwodnieniowy ze studzienkami kontrolnymi o średnicy wew. 0,80 m — to dla zapewnienia przejścia oczyszczarki podsypki konieczny jest rozstaw torów min. 5,10 m. Ciągi odwodnieniowe są lokowane co drugie, co trzecie lub co czwarte międzytorze — zależnie od potrzeb lokalnych (rys. 12.25). Co kilka (4 do 8) torów należy zastosować rozstaw zwiększony do 6,00 m dla umieszczenia ciągów uzbrojenia podziemnego, słupów oświetleniowych, składania materiałów nawierzchni itp.

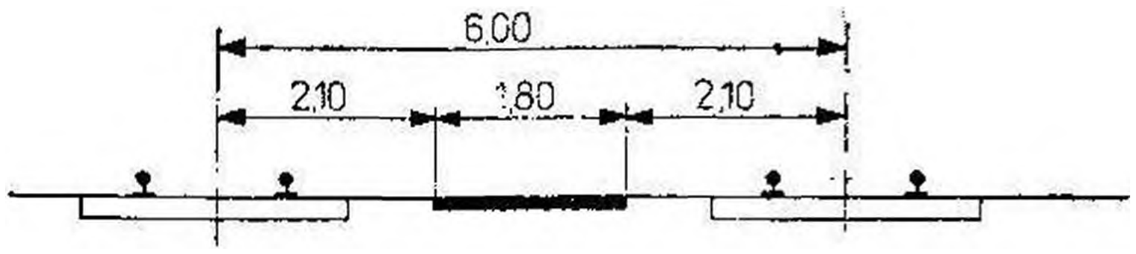
W grupie torów przyjazdowych i odjazdowych na stacjach rozrządowych oraz w grupie



12.24
Minimalny rozstaw torów na stacjach

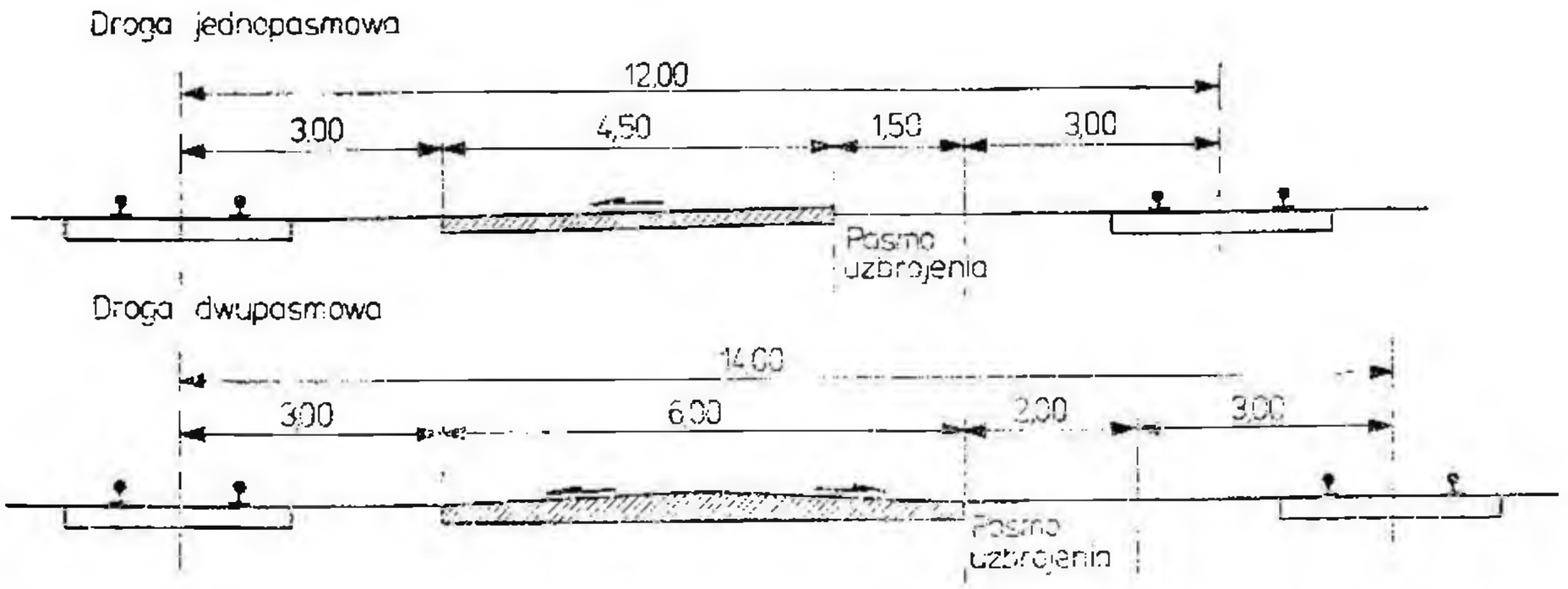


12.25
Minimalny rozstaw torów umożliwiający mechaniczne oczyszczanie podsypki przy usytuowaniach na międzytorzu studzienek kontrolnych drenażu o ∅ wewnętrznej 0,80 m [78]



12.26
Międzytorze utwardzone

torów postojowych składów pociągów pasażerskich stosuje się co drugi tor rozstaw zwiększony do 5,50 lub 6,00 m dla ułatwienia przeglądu i napraw wagonów. Na międzytorzu takim można urządzić utwardzone dojazdy dla wózków akumulatorowych o szer. odpowiednio 1,30 lub 1,80 m (rys. 12.26).
Zaleca się, aby rozstaw toru wyciągowego od innych torów wynosił minimum 6,00 m. Jeśli tor wyciągowy sąsiaduje z torem głównym zasadniczym — rozstaw minimum 6,00 m jest obligatoryjny, zaś pożądany jest rozstaw zwiększony np. do 7,50 m. Chodzi tu o zapewnienie bezpiecznych warunków pracy drużyny manewrowej.



12.27. **Droga na międzytorzu**

Minimalna odległość krawędzi drogi technologicznej lub przeciwpożarowej od osi toru wynosi 3,00 m. Drogę jednopasmową szer. 4,50 m (wymiar wymagany dla wozu straży pożarnej) można więc urządzić przy rozstawie torów minimum: 3,00 + 4,50 + 3,00 = = 10,50 m, zaś drogę dwupasmową szer. 6,00 m przy rozstawie min. 3,00 + 6,00 + 3,00 = = 12,00 m. Ponieważ zwykle wzdłuż drogi układa się ciągi uzbrojenia podziemnego — pożądane jest powiększenie tych międzytorzy o 1,50 do 2,00 m tj. do rozstawu odpowiednio 12,00 i 14,00 m (rys. 12.27).

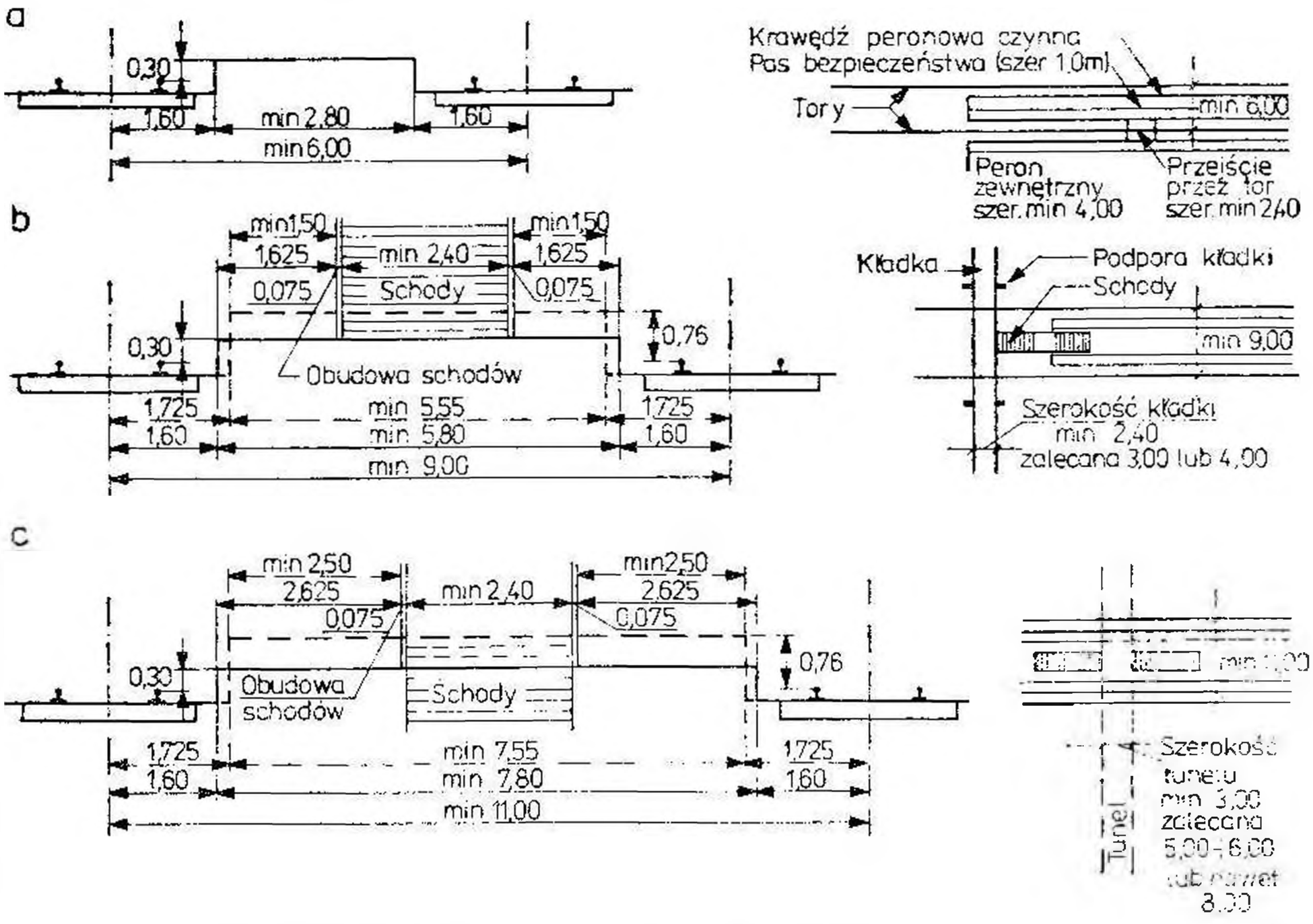
Gdy pomiędzy krawędzią drogi a torem mają być umieszczone słupy sieci trakcyjnej — odległość ta musi być zwiększona do 3,50 m i odpowiednio zwiększone rozstawy torów.

Rozstawy minimalne torów, pomiędzy którymi są umieszczone perony wynikają z wymaganej szerokości peronu oraz lokalizacji wejść podróżnych na peron (rys. 12.28, tabl. 12–6).

Rozróżnia się trzy przypadki:

1. **Peron jednostronny** (z jedną krawędzią czynną) — z dojściem bocznym z przekroczeniem toru i krawędzi peronowej — dotyczy to tylko peronów niskich o $h = 0{,}30$ m nad główką szyny. Rozstaw minimalny torów, między którymi jest umieszczony taki peron wynosi 6,00 m.

Określenie „z jedną krawędzią czynną" oznacza, że nie wolno dopuścić, do sytuacji, w której dwa pociągi wyjeżdżałyby na tory przy peronie, gdy znajdują się na nim ludzie, gdyż ze względu na małą szerokość peronu groziłoby im niebezpieczeństwo. Również



12.28. Minimalne rozstawy torów potrzebne dla umieszczenia peronów

a — jednostronnego z dojściem bocznym, *b* — dwustronnego z dojściem od czoła (np. z kładki), *c* — dwustronnego z dojściem schodami w środkowej części peronu (np. z tunelu)

402 **Rozstaw torów stacyjnych (m)** Tablica 12–6

	Minimalne	Zalecane
Jeśli nie ma innych wymogów:		
— rozstaw minimalny wyjątkowy	4,50 *)	4,50 **)
— rozstaw normalny	4,75	między torami bocznymi 4,75 między torami głównymi 5,00
dla ustawienia słupów sieci trakcyjnej (co drugi tor)	4,90	5,00
dla umieszczenia ciągów odwodnienia ze studzienkami kontrolnymi ∅ wewn. 0,80 i umożliwienia mechanicznego oczyszczenia podsypki	5,10	5,30
co kilka (4 do 8) torów		6,00
co drugi tor w grupach torów przyjazdowych i odjazdowych na st. rozrządowych oraz w grupach torów postojowych dla składów poc. pasażerskich		5,50 lub 6,00
pomiędzy torem wyciągowym a torami:		
— gł. zasadniczymi	6,00	7,50
— innymi stacyjnymi	4,75	6,00
dla umieszczenia drogi technologicznej lub przeciwpożarowej		
— jednopasmowej (szer. 4,50)	10,50	z zapewnieniem pasma dla uzbrojenia podziemnego 12,0
— dwupasmowej (szer. 6,00)	12,00	14,00
dla umieszczenia peronów:		
— jednostronnych z dojściem bocznym	6,00***)	9,00
— dwustronnych z dojściem od czoła	9,00	10 do 13
— dwustronnych z dojściem schodami w środkowej części peronu	11,00	12,50 do 16
— bagażowych	7,00	9,00
dla umieszczenia dróg ładunkowych	16,00	25 do 35
dla bezpośredniego przeładunku wagonów	3,50	3,50

*) dopuszczalny tylko przy modernizacji stacji istniejących

**) między torami głównymi zasadniczymi linii o rozstawie torów szlakowych 4,50

***) dopuszczalny tylko wyjątkowo przy modernizacji mniejszych stacji

„dojście boczne z przekroczeniem toru" powoduje wykluczenie jazd pociągów lub manewrów w czasie, gdy tor ma być przekraczany przez podróżnych.

Wynika stąd ograniczenie równoczesnego przyjmowania pociągów na stacji — tzn. tylko jeden ze zbliżających się do stacji pociągów z różnych kierunków może być przyjęty, zaś drugi musi być zatrzymany przed semaforem wjazdowym. Jest to szczególnie niekorzystne na stacjach pośrednich linii dwutorowej, która w obrębie stacji staje się ruchowo jakby linią jednotorową.

Pozostawienie peronów jednokrawędziowych z dojściem bocznym przy rozstawie torów

6,00 m dopuszcza się tylko wyjątkowo na mniejszych stacjach, w przypadkach uzasadnionych znacznymi kosztami ewentualnej przebudowy.

2. **Peron dwustronny z dojściem schodami lub pochylnią „od czoła”,** tj. w końcu peronu (niski $h = 0{,}30$ m lub wysoki $h = 0{,}76$ m lub 0,86 albo 0,96 m) — rozstaw torów minimum 9,00 m.

Przejazd wózków bagażowych pomiędzy obudową dojścia od czoła a krawędzią peronu jest wykluczony. Dojazd wózków bagażowych należy przewidzieć w drugim końcu peronu.

3. **Peron dwustronny z dojściem schodami w środku części peronu** (wysoki lub niski).

— rozstaw torów minimum 11,00 m.

Przejazd wózków bagażowych pomiędzy obudową schodów a krawędzią peronu (odl. minimum 2,50 m) jest dopuszczalny.

Podane rozstawy torów są określone przy minimalnych dopuszczalnych szerokościach schodów i odległościach od obudowy schodów do krawędzi peronów. Są to wymiary ledwie wystarczające.

Dlatego wskazane jest, aby dla zapewnienia warunków swobodnego ruchu ludzi i wózków bagażowych, szczególnie na stacjach o znacznym ruchu podróżnych, stosować rozstawy torów przyperonowych wyraźnie większe:

— w przypadku 2: 10,00 do 13,00 m,

— w przypadku 3: 12,00 do 16,00 m.

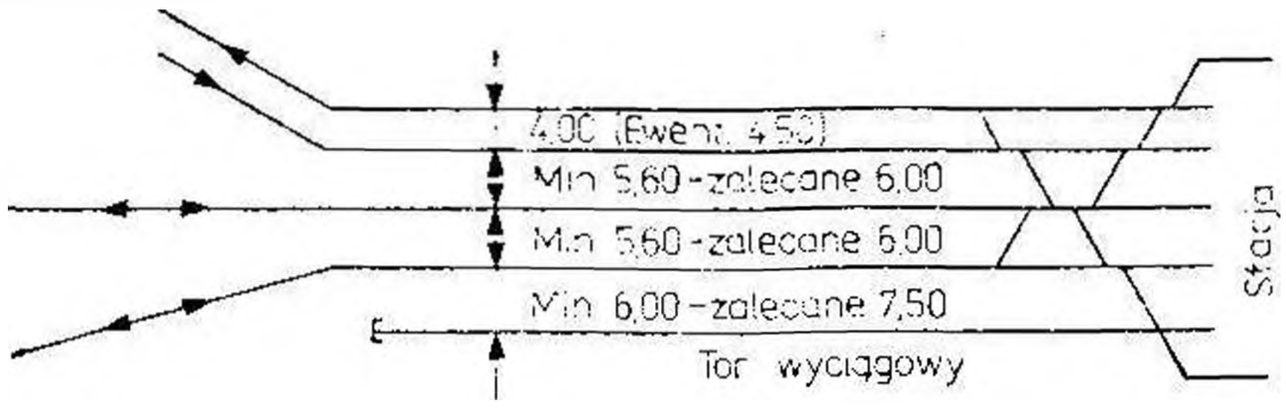
Na stacjach węzłowych o wielkim ruchu podróżnych dobre rozwiązania klatek schodowych oraz swobodne przepływy dużych potoków ludzi można uzyskać, stosując rozstawy torów peronowych rzędu 15 do 16 m (a wyjątkowo nawet jeszcze większe).

Dla wydzielonych peronów bagażowych (stosowanych czasem na wielkich stacjach) rozstaw torów wynosi minimum 7,0 m, a zaleca się 9,0 m. Na stacjach ładunkowych, jeśli droga ładunkowa jest wprowadzona pomiędzy dwa tory, ich rozstaw dla umożliwienia równoczesnego prowadzenia prac ładunkowych przy obu torach oraz przejazdu samochodów środkiem, nie powinien być mniejszy niż 16 m — jednak pełną sprawność i swobodę ruchu pojazdów można uzyskać dopiero przy rozstawie torów rzędu 25 do 35 m.

Dla torów, na których przewiduje się wykonywanie bezpośrednich przeładunków z wagonu do wagonu, rozstaw torów może być zmniejszony do 3,50 m (wyjątek od przepisów skrajni budowli). Urządzenia takie stosuje się rzadko, np. na stacjach stycznych kolei o różnym prześwicie toru — zaś między wagonami na torach zbliżonych nie mogą znajdować się ludzie.

Na podejściach do stacji rozstaw normalny torów szlakowych linii dwutorowej wynosi 4,00 m, zaś dla linii przewidzianych dla dużych prędkości, np. dla CMK o $v \geqslant 200$ km/h— 4,50 m.

Natomiast rozstaw torów różnych linii jedno- lub dwutorowych, zbiegających się do stacji, musi być zwiększony do minimum 5,60, zaś zalecany — 6,00 m. Wynika to z potrzeby ustawiania sygnalizatorów i konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej dla poszczególnych linii oraz uwzględnienia bezpieczeństwa robotników torowych w czasie przejazdów pociągów (rys. 12.29, tabl. 12–7).



12.29
Rozstawy torów szlakowych na podejściach do stacji

Rozstawy torów na podejściach do stacji (m) Tablica 12–7

	Minimalne	Zalecane
— między torami szlakowymi linii dwutorowej:		
— rozstaw normalny	4,00	4,00
— rozstaw zwiększony dla linii przystosowanych do wielkich prędkości ($v > 200$ km/h)	4,50	4,50
— między torami różnych linii (jednotorowych i dwutorowych)	5,60	6,00

Wyjątkowo, przy modernizacji istniejących stacji linii dwutorowych o rozstawie torów szlakowych 4,00 m dopuszcza się pozostawienie tego rozstawu także między torami głównymi zasadniczymi na stacji, jeśli na międzytorzu nie ma sygnalizatorów i innych urządzeń stałych.

W innych przypadkach rozstawy torów należy wyznaczać kierując się technologią i gabarytami urządzeń budowli na międzytorzach oraz wymiarami skrajni budowli.

Nie należy umieszczać budynków technologicznych przy torach w minimalnej odległości, wynikającej ze skrajni, lecz należy uwzględniać pewne zapasy ze względu na niebezpieczeństwo uderzenia przez wykolejony tabor, drgania oraz zapewnienie miejsca dla ułożenia instalcji podziemnych. W szczególności budynki dworców należy lokalizować nie bliżej niż 9,60 m od osi toru, zaś budynki nastawni nie bliżej niż 5,10 m od osi toru.

12.10.6. Zmiany rozstawu torów

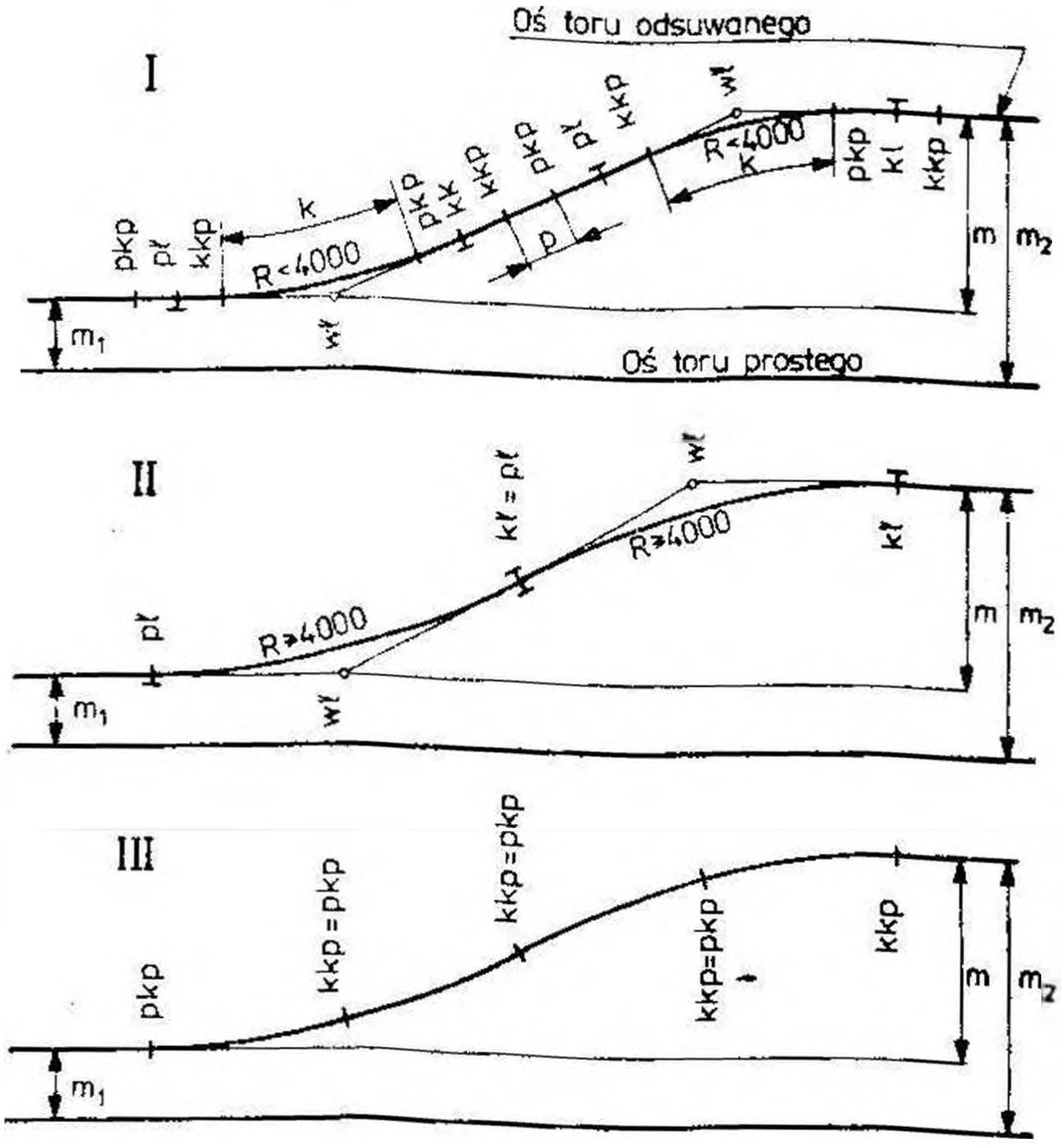
12.10.6.1. Zasady ogólne

Na stacjach lub na podejściach do nich często powstaje potrzeba zmiany rozstawu dwóch sąsiednich torów. Zazwyczaj jeden z torów pozostawia się prosty, natomiast drugi (odsuwany) układa się na pewnej długości w dwóch łukach odwrotnych, zwanych potocznie, choć niezbyt poprawnie „esowaniem".

Stosuje się trzy układy zmiany rozstawu torów: (rys. 12.30, 12.31):

I — Dwa łuki kołowe odwrotne (o promieniach $R < 4000$ m) z czterema krzywymi przejściami;

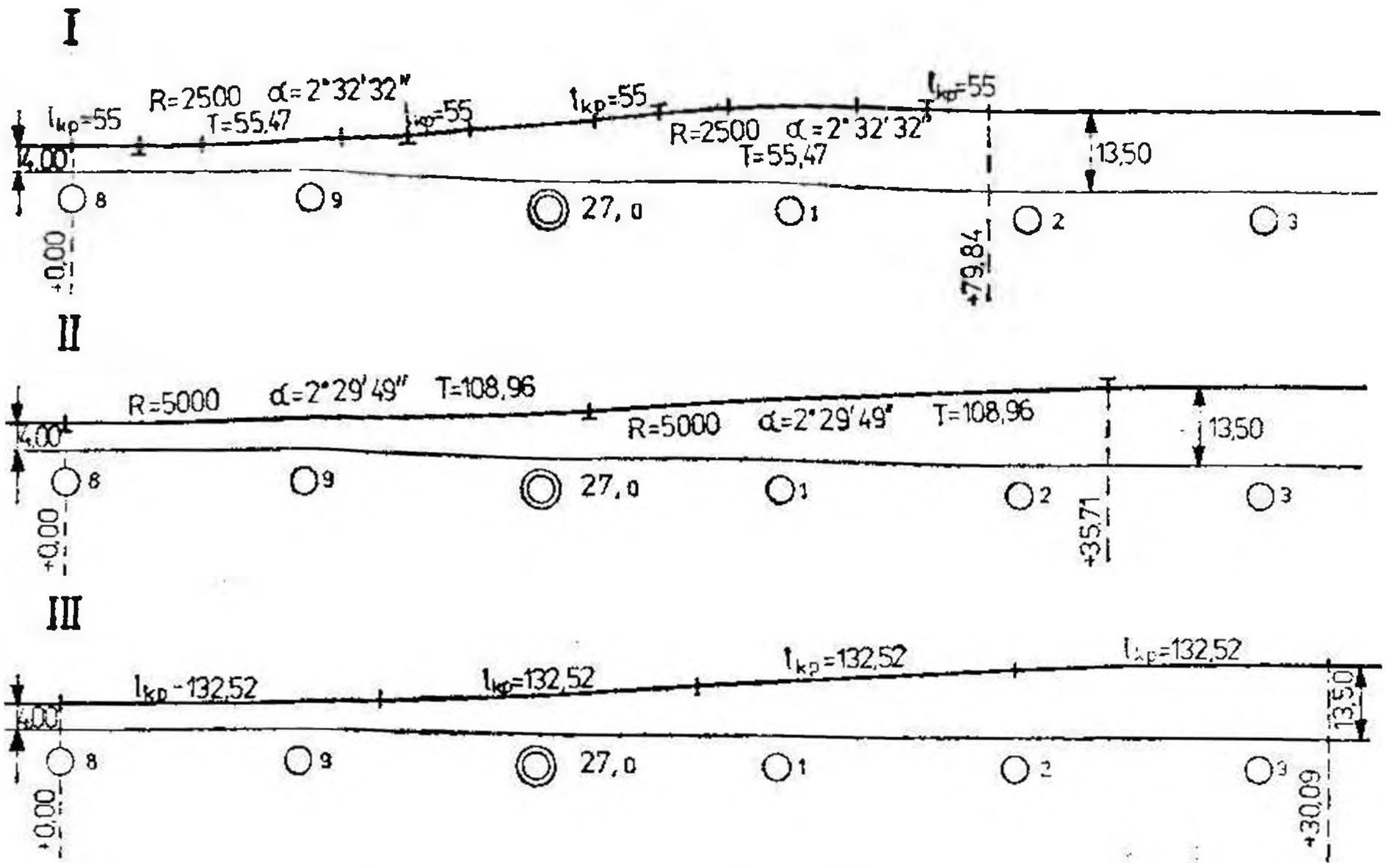
II — Dwa łuki kołowe odwrotne o bardzo dużych promieniach $R \geqslant 4000$ m bez krzywych przejściowych;



12.30

Układy zmian rozstawu torów

pł — początek łuku kołowego,
wł — wierzchołek łuku kołowego,
kł — koniec łuku kołowego,
pkp — początek krzywej przejściowej,
kkp — koniec krzywej przejściowej,
p — odcinek prosty $p \geqslant p_{min}$,
k — fragment łuku kołowego $k \geqslant k_{min}$



12.31. Przykłady opisywania parametrów układów rozstawów torów
Uwaga: rysunek w skali skażonej
(wymiary podłużne 1 : 2500, wymiary poprzeczne 1 : 1000)

406 III — Cztery krzywe przejściowe — bez łuków kołowych.

Układy II i III są w istocie szczególnymi przypadkami układu I.

W projekcie należy podać (opisać na planie) podstawowe elementy geometryczne układu, a mianowicie:

— rozstawy torów przed i po zmianie m_1 i m_2 [m];

— promienie łuków kołowych R [m];

— długości krzywych przejściowych l_{kp} [m];

— kąty zwrotu łuków α [°, ′, ″]

— długości stycznych łuków kołowych T [m];

— kilometraż początku i końca układu — podając tzw. „plusy", czyli odległości w metrach od sąsiedniego niższego hektometru.

Zazwyczaj zakłada się rozstawy torów m_1 i m_2 — odpowiednio do potrzeb oraz promienie łuków — odpowiednio do zadanej prędkości maksymalnej v_{max}, a także kilometraż początku (lub końca) układu — natomiast oblicza się pozostałe elementy, tzn. α, T oraz kilometraż końca (lub początku) układu.

12.10.6.2. Układ I zmiany rozstawu torów (dwa łuki kołowe o promieniach R < 4000 m z czterema krzywymi przejściowymi)

W układach tego typu najczęściej stosuje się promienie łuków $1500 \leqslant R \leqslant 2500$ m.

Wymaga się, aby odcinek prosty p między końcem krzywej przejściowej (kkp) wyprowadzającej z pierwszego łuku, a początkiem krzywej przejściowej wprowadzającej (pkp) w drugi łuk (odwrotny) miał długość co najmniej p_{min}:

— dla linii magistralnych i pierwszorzędnych

$$P_{min} = \frac{v_{max}}{2{,}5} \text{ [m]} \tag{12.13}$$

gdzie:

v_{max} [km/h].

jednak co najmniej $p_{min} = 30$ m,

— dla linii drugorzędnych $p_{min} = 30$ m,

— dla linii znaczenia miejscowego $p_{min} = 10$ m.

Pominięto pewne ulgi dopuszczalne wyjątkowo przy modernizacji linii istniejących.

Wymaga się również, aby fragmentu łuku kołowego k między końcem krzywej przejściowej (kkp), wprowadzającej w łuk, a początkiem krzywej przejściowej (pkp), wyprowadzającej z tego łuku, miał długość co najmniej k_{min}. Wartości minimalne fragmentu łuku kołowego k_{min} określono analogicznie jak wartości minimalne odcinka prostego $p_{min}(k_{min} = p_{min})$

$$k = Ł - 2\frac{l_{kp}}{2} \geqslant k_{min} \tag{12.14}$$

gdzie:

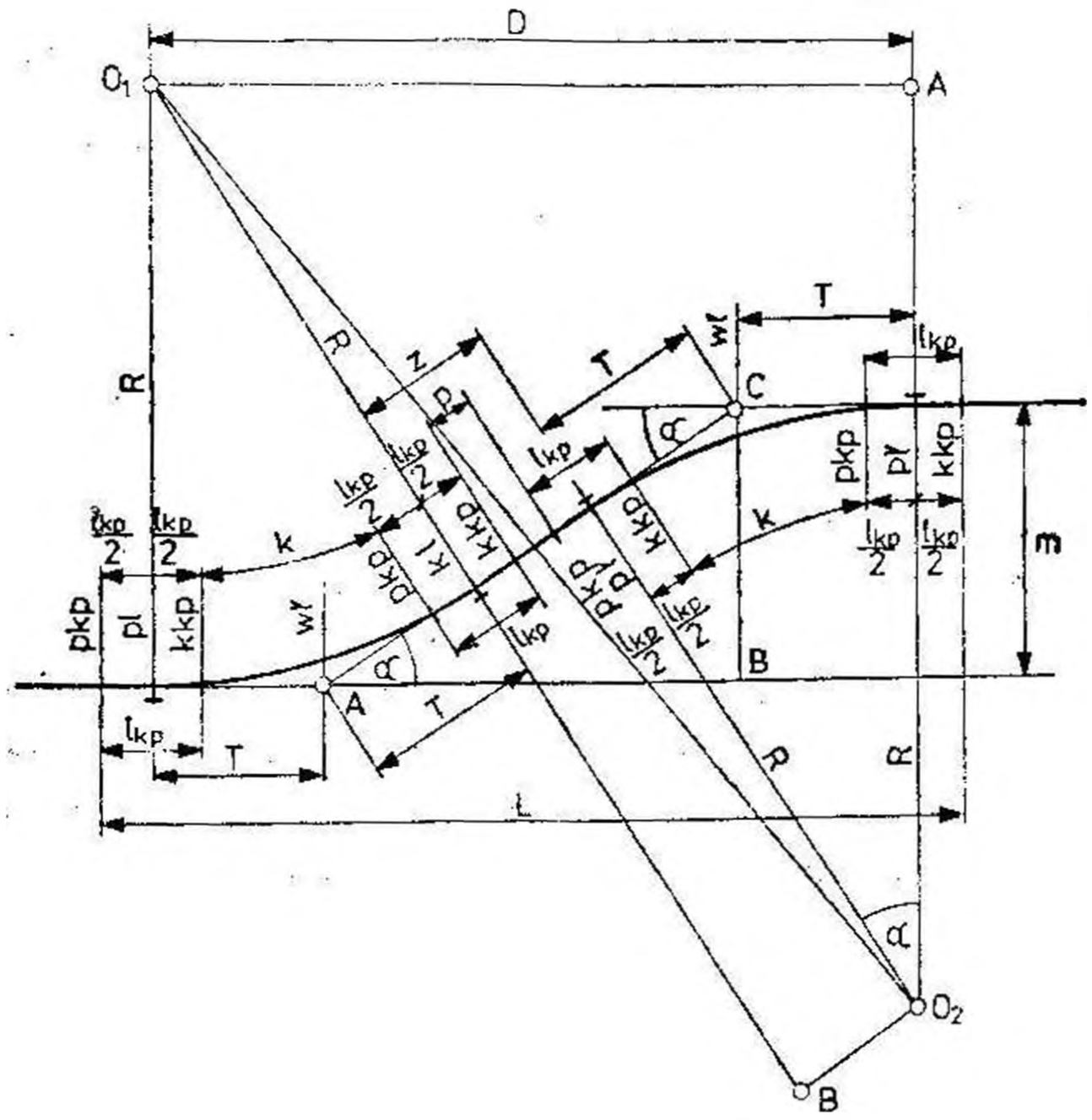
$Ł$ = długość łuku kołowego od początku łuku (pł) do końca łuku (kł), l_{kp} = długość krzywej przejściowej,

a więc:

$$k = R\alpha^{\text{rad}} - l_{kp} \geqslant k_{\min} \tag{12.15}$$

lub:

$$k = \frac{\pi R\alpha^{\circ}}{180^{\circ}} - l_{kp} \geqslant k_{\min} \tag{12.16}$$



12.32
Zmiana rozstawu torów — układ I (rys. 12.31) dwa łuki kołowe z czterema krzywymi przejściowymi

Podstawową zależność potrzebną do obliczeń wyprowadza się (rys. 12.32) z porównania odcinka O_1O_2 z dwóch trójkątów prostokątnych AO_1Q_2 i BO_1O_2, wykorzystując twierdzenie Pitagorasa.

$$O_1O_2^2 = D^2 + (2R-m)^2,$$

$$O_1O_2^2 = z^2 + (2R)^2,$$

$$D^2 + (2R-m)^2 = z^2 + (2R)^2,$$

skąd:

$$D = \sqrt{z^2 + m(4R-m)}, \tag{12.17}$$

zaś:

$$z = p_{\min} + l_{kp} \tag{12.18}$$

Długość krzywej przejściowej l_{kp} określa się zależnie od zadanej $v_{\max}$ i założonego promienia R.

Dla małych kątów można przyjąć z wystarczającym przybliżeniem, że:

$$D \approx 2R\alpha^{\text{rad}} + z\,,$$

skąd można wyznaczyć wartość kąta α^{rad} (w mierze łukowej)

$$\alpha^{\text{rad}} \approx \frac{D-z}{2R}\ [\text{rad}] \tag{12.19}$$

Następnie należy sprawdzić, czy fragment łuku k spełnia warunek $k \geqslant k_{\min}$

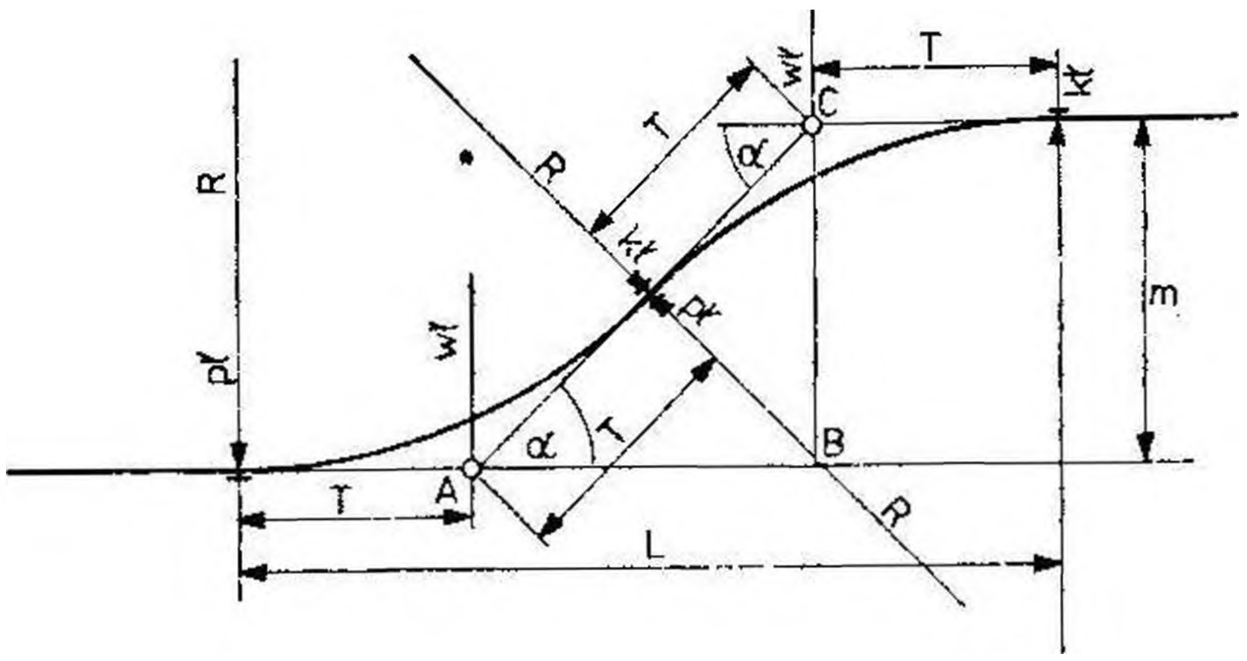
$$k = R\alpha^{\text{rad}} - l_{kp} \geqslant k_{\min} \tag{12.20}$$

Jeśli nie spełnia, to należy zmienić założone parametry (najczęściej R, czasem $v_{\max}$), a następnie obliczyć długość stycznej T oraz długość całego układu

$$L = D + 2\frac{l_{kp}}{2} = D + l_{kp} \tag{12.21}$$

12.10.6.3. Układ II zmiany rozstawu torów (dwa łuki kołowe o promieniach R ⩾ 4000 m — bez krzywych przejściowych)

W łukach o bardzo dużych promieniach $R \geqslant 4000$ m rezygnuje się z przechyłki torów i krzywych przejściowych ($l_{kp} = 0$), gdyż siła odśrodkowa jest bardzo mała. Dopuszcza się również bezpośrednie połączenie łuków odwrotnych bez końca odcinka prostego między końcem łuku pierwszego a początkiem drugiego ($p_{\min} = 0$, a więc $z = p_{\min} + l_{kp} = 0$). Układ geometryczny i stosowane wzory obliczeń ulegają uproszczeniu w porównaniu z układem I. Nie ma też potrzeby sprawdzenia długości fragmentu łuku k między krzywymi przejściowymi (rys. 12.33).



12.33
Zmiana rozstawu torów (układ II rysunek 12.31) dwa łuki kołowe o bardzo dużych promieniach $R \geqslant 4000$ m bez krzywych przejściowych

$$L = \sqrt{m(4R-m)} \tag{12.22}$$

Z wystarczającym przybliżeniem (przy małych kątach)

$$\alpha^{\text{rad}} \approx \frac{L}{2R}\ [\text{rad}] \tag{12.23}$$

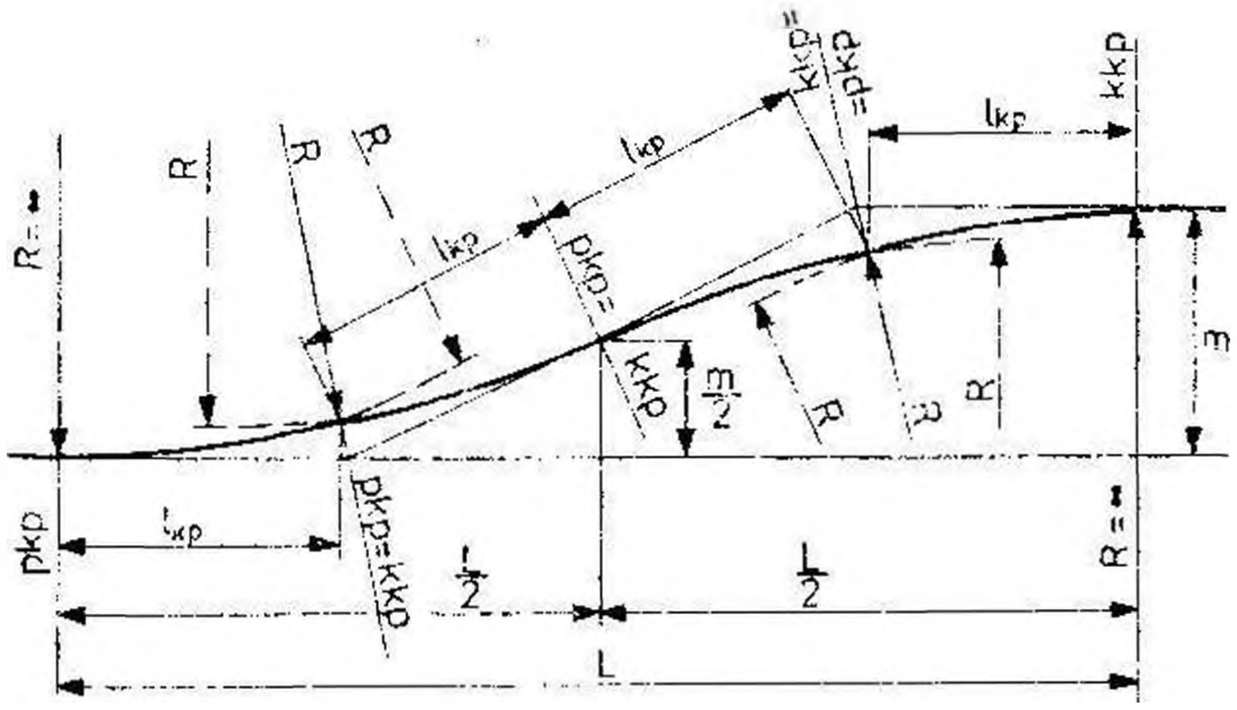
W torze ułożonym w układzie tego typu z założenia nie wykonuje się przechyłki.
Długość całkowitą układu L potrzebną do wykonania poprzecznego przesunięcia toru m (rys. 12.34) określa się według wzoru 12.24

$$L = 0{,}785\, v_{max} \sqrt{\frac{m}{a}}\ [\mathrm{m}] \tag{12.24}$$

gdzie:

v_{max} — prędkość maksymalna pociągu [km/h],

a — przyspieszenie niezrównoważone siły odśrodkowej [m/s^2] (dla toru bez przechyłki dopuszcza się $a_{max} = 0{,}3$ m/s^2).



12.34
Zmiana rozstawu torów (układ III — rys. 12.31) cztery krzywe przejściowe

Na warunki jazdy wpływa nie tylko przyspieszenie niezrównoważone a [m/s^2]: lecz również szybkość zmiany tego przyspieszenia ψ [m/s^3], która w zasadzie nie powinna być większa niż $\psi_{max} = 0{,}3$ m/s^3.
Szybkość zmiany przyspieszenia ψ [m/s^3] i przyspieszenie niezrównoważone a [m/s^2] z przesunięciem poprzecznym m torów przy zmianie ich rozstawu wiąże zależność

$$m = \frac{2a^3}{\psi^2} \tag{12.25}$$

Za duża szybkość zmiany przyspieszenia ψ [m/s^3] wystąpiłaby dla zespołu czterech krzywych przejściowych w przypadkach, w których poprzeczne przesunięcie toru $m < 0{,}60$ m. Przy wartościach przesunięcia toru $m \geqslant 0{,}60$, zagadnienia tego można nie rozważać, gdyż na pewno $\psi \leqslant 0{,}3$ m/s^3.
Dla wartości przesunięcia toru $m < 0{,}60$ m trzeba ograniczyć szybkość zmiany przyspieszenia do wartości $\psi = 0{,}3$ m/s^2 wydłużając krzywe przejściowe, zaś długość zespołu czterech przejściowych L należy wyznaczać według wzoru 12.26:

$$L = 1{,}11\, \frac{a v_{max}}{\psi}\ [\mathrm{m}] \tag{12.26}$$

gdzie:

v_{max} — prędkość maksymalna pociągu [km/h].

a — przyspieszenie niezrównoważone [m/s^2],

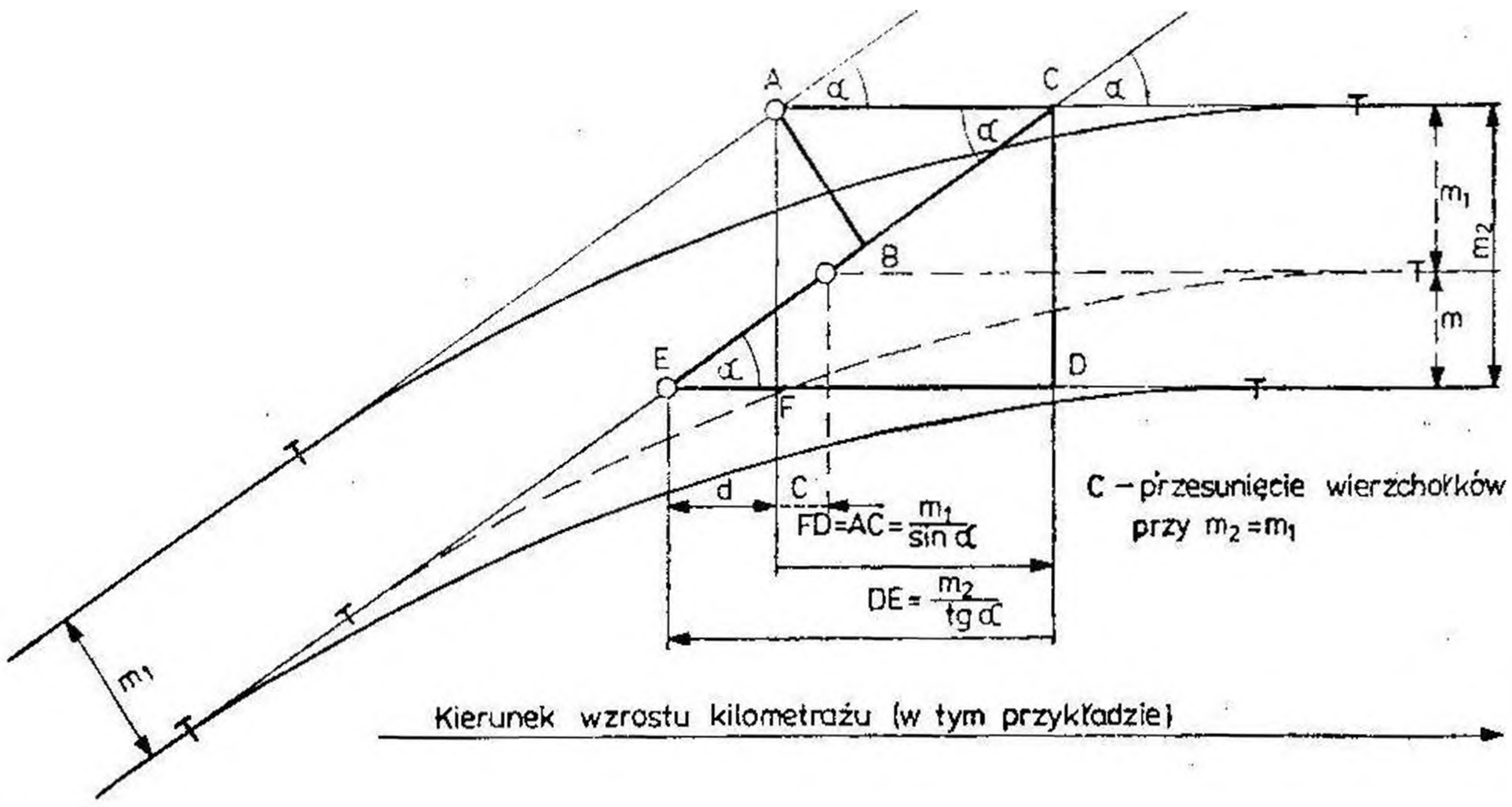
ψ — szybkość zmiany przyspieszenia [m/s^3].

Długości wszystkich czterech krzywych przejściowych l_{kp}, występujących w układzie III, są sobie równe. Długość każdej z nich stanowi więc czwartą część długości układu (pomijamy znikome różnice, wynikające z rzutowania trójkąta AC na bok AB, kąt α jest bardzo mały).

$$L_{kp} = \frac{L}{4} \text{ [m]} \tag{12.27}$$

12.10.6.5. Poszerzenie rozstawu torów przy wyjściu z łuku

Niekiedy na stacji lub na podejściu do niej następuje zmiana kierunku linii kolejowej o kąt α. Wówczas poszerzenie rozstawu torów można łatwo uzyskać dzięki wzajemnemu przesunięciu wierzchołków łuków innemu, niż gdyby rozstaw torów nie uległ zmianie (rys. 12.35).



12.35. Poszerzenie rozstawu torów przy wyjściu z łuków

Wartość tego przesunięcia podłużnego wierzchołków łuków $d = EF$ można określić z dwóch trójkątów prostokątnych ABC i CDE

$$\text{z } \triangle ABC : \frac{AB}{AC} = \sin\alpha\,, \quad AC = \frac{AB}{\sin\alpha} = \frac{m_1}{\sin\alpha} = FD$$

$$\text{z } \triangle CED : \frac{CD}{DE} = \operatorname{tg}\alpha\,, \quad DE = \frac{CD}{\operatorname{tg}\alpha} = \frac{m_2}{\operatorname{tg}\alpha} \text{ [m]}$$

$$d = EF = FD - DE = \frac{m_1}{\sin\alpha} - \frac{m_2}{\operatorname{tg}\alpha} \text{ [m]} \tag{12.28}$$

Należy zwrócić uwagę, że wartość $d = EF$ może być dodatnia lub ujemna, zależnie od wzajemnego stosunku m_1 i m_2 oraz wartości kąta α. Wartość ujemna d oznacza, że wierzołek E znajduje się — w naszym przykładzie na lewo od punktu F, a więc kilometraż wierzchołka łuku E będzie niższy, niż wierzchołka A.

Jak widać, przesunięcie wierzchołków łuku nie zależy od wartości zastosowanego promienia łuku R, który przyjmuje się według dysponowanego miejsca na umieszczenie stycznych T i krzywych przejściowych. Łuki i krzywe przejściowe projektuje się według ogólnych zasad.

12.10.7. Perony, przejścia, kładki i tunele dla podróżnych

12.10.7.1. Perony

Na PKP w zasadzie stosuje się dwie wysokości peronów:

— perony niskie: $h = 0{,}30$ nad główką szyny, dla których odległość krawędzi od osi toru wynosi 1,60m;

— perony wysokie: $h = 0{,}76$ m nad główką szyny, dla których odległość krawędzi od osi toru zgodnie z wymogami skrajni międzynarodowej ustalono 1,725 m — m. in. dzięki temu na PKP mogą kursować wagony kolei SŻD (po przestawieniu ich z wózków dla toru szerokiego o prześwicie 1520 mm na wózki dla toru normalnego o prześwicie 1435 mm).

Ponadto dopuszcza się stosowanie peronów wysokich $h = 0{,}86$ m oraz $h = 0{,}96$ m. Wysokość $h = 0{,}96$ m jest odpowiednia dla elektrycznych zespołów trakcyjnych (ezt) bez stopni. Zbliżenie poziomów peronu i podłogi wagonu bardzo ułatwia i przyspiesza wsiadanie i wysiadanie pasażerów, co ma istotne znaczenie dla skracania postojów na przystankach linii o masowym ruchu w aglomeracjach miejskich. Taką wysokość peronów stosowano już przed wojną w warszawskim węźle kolejowym.

Jednakże przy $h = 0{,}96$ m i odległości krawędzi od osi toru 1,725 m powstaje między krawędzią peronu a krawędzią cofniętego stopnia wagonu luka szerokości ok. 0,35 m, której przekroczenie jest trudne, szczególnie dla dzieci i osób starszych. Dlatego perony o wysokości $h = 0{,}96$ m powinno się stosować z prawidłową, dla ich funkcjonalności we współpracy z taborem bez stopni, odległością krawędzi peronu od osi toru 1,60 m. Jest to jednak możliwe tylko na liniach wydzielonych dla masowego aglomeracyjnego ruchu pasażerskiego, na których nie dopuszcza się kursowania pociągów pasażerskich i towarowych z wagonami kolei szerokotorowych.

Wysokość $h = 0{,}86$ m jest rozwiązaniem kompromisowym i jest stosowana np. na niektórych przystankach linii Gdańsk–Gdynia–Wejherowo, przy odpowiednim dostosowaniu stopni wejściowych ezt.

Elektryczne zespoły trakcyjne eksploatowane obecnie przez PKP mają stopnie, podobnie jak wygony pasażerskie. Mogą one być używane uniwersalnie przy peronach każdej wysokości, z założenia jednak dostosowane są przede wszystkim do peronów $h = 0{,}30$ m i $h = 0{,}76$ m.

Wydzielone perony bagażowe stosuje się o $h = 0{,}30$ m.

412 Na PKP stosuje się trzy długości peronów odpowiadające długości składu wagonowego pociągu:

— 400 m — dla pociągów z 16 wagonów czteroosiowych po ok. 25 m, kursujących w ruchu międzynarodowym oraz w niektórych wybranych najbardziej obciążonych relacjach krajowych,

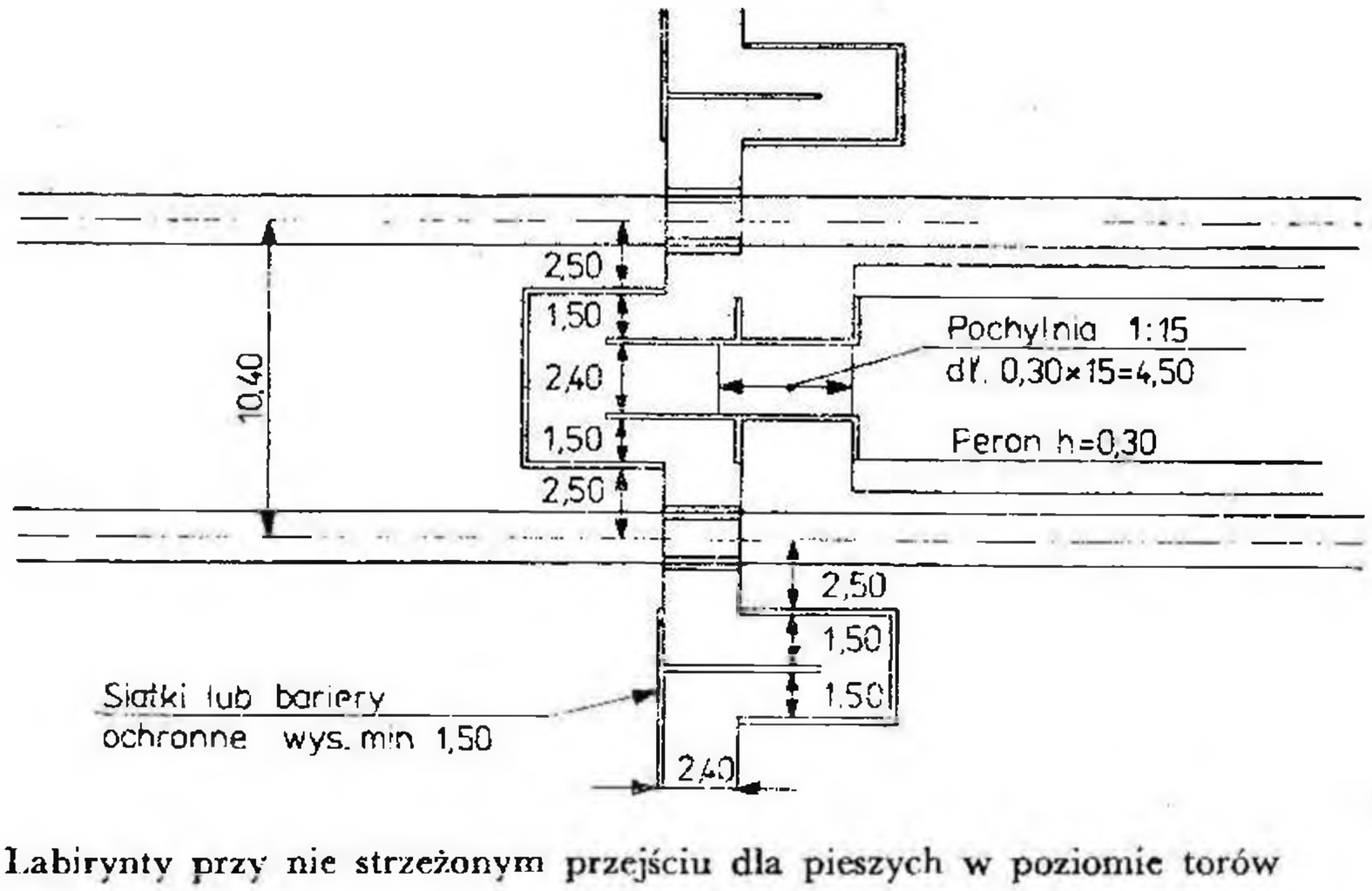
— 300 m — dla pociągów z 12 wagonów czteroosiowych po ok. 25 m w ruchu dalekobieżnym (międzyregionalnym),

— 200 m — dla pociągów lokalnych z 8 wagonów czteroosiowych lub z 2 zespołów po 4 wagony piętrowe lub z 3 elektrycznych zespołów trakcyjnych (tzw. „jednostek"), po 3 wagony w każdej jednostce.

Miejsce do zatrzymania lokomotywy powinno być zapewnione poza peronem, a więc sygnalizator powinien być odsunięty o 25 m od czoła peronu. Nie dotyczy to peronów, przy których zatrzymują się tylko pociągi złożone z ezt.

Peron powinien mieć oznaczoną strefę bezpieczną dla podróżnych. Pas bezpieczeństwa jest to przestrzeń pomiędzy krawędzią peronu, a pasem oznaczonym białym kolorem na nawierzchni peronu szer. 0,20 odl. min. 1,00 m od krawędzi.

Odległość od krawędzi peronu do obudowy schodów przy peronach z dojściem różnopoziomowym w środkowej części peronu nie powinna być mniejsza niż 2,50 m. Przez analogię wymiar ten można zastosować jako minimalny dla kiosków, poczekalni i innych obiektów na peronie, które zresztą należy ograniczać do minimum dla zapewnienia swobody ruchu podróżnych.



12.36. Labirynty przy nie strzeżonym przejściu dla pieszych w poziomie torów

Krawędzie peronu powinny być proste lub ułożone w łagodnych łukach. Nie ma formalnego ograniczenia promienia łuku toru przyperonowego lecz w praktyce zmierza się do stosowania — w razie potrzeby — łuków o $R \geqslant 500$ m. Przy torze w łuku odległość od osi toru należy zwiększyć zgodnie z wymogami skrajni w łuku (PN-69/K-02057).

Szerokość peronu zewnętrznego jednokrawędziowego nie powinna być mniejsza niż 4,00 m, a peron zewnętrznego przydworcowego — niż 8,00 m licząc od krawędzi).

12.10.7.2. Przejścia przez tory

Przejścia przez tory dla podróżnych w poziomie główek szyn powinny być tak usytuowane, aby pociągi stojące na stacji nie zagradzały dojścia do i z peronu. Szerokość przejścia przez tory nie może być mniejsza niż 2,40 m. Niestrzeżone przejścia przez tory powinny być zabezpieczone labiryntami o wysokości min. 1,25 m i szerokości przejścia w labiryncie min. 1,50 m ustawionymi w sposób zmuszający przechodnia do patrzenia w kierunku nadjeżdzającego pociągu.

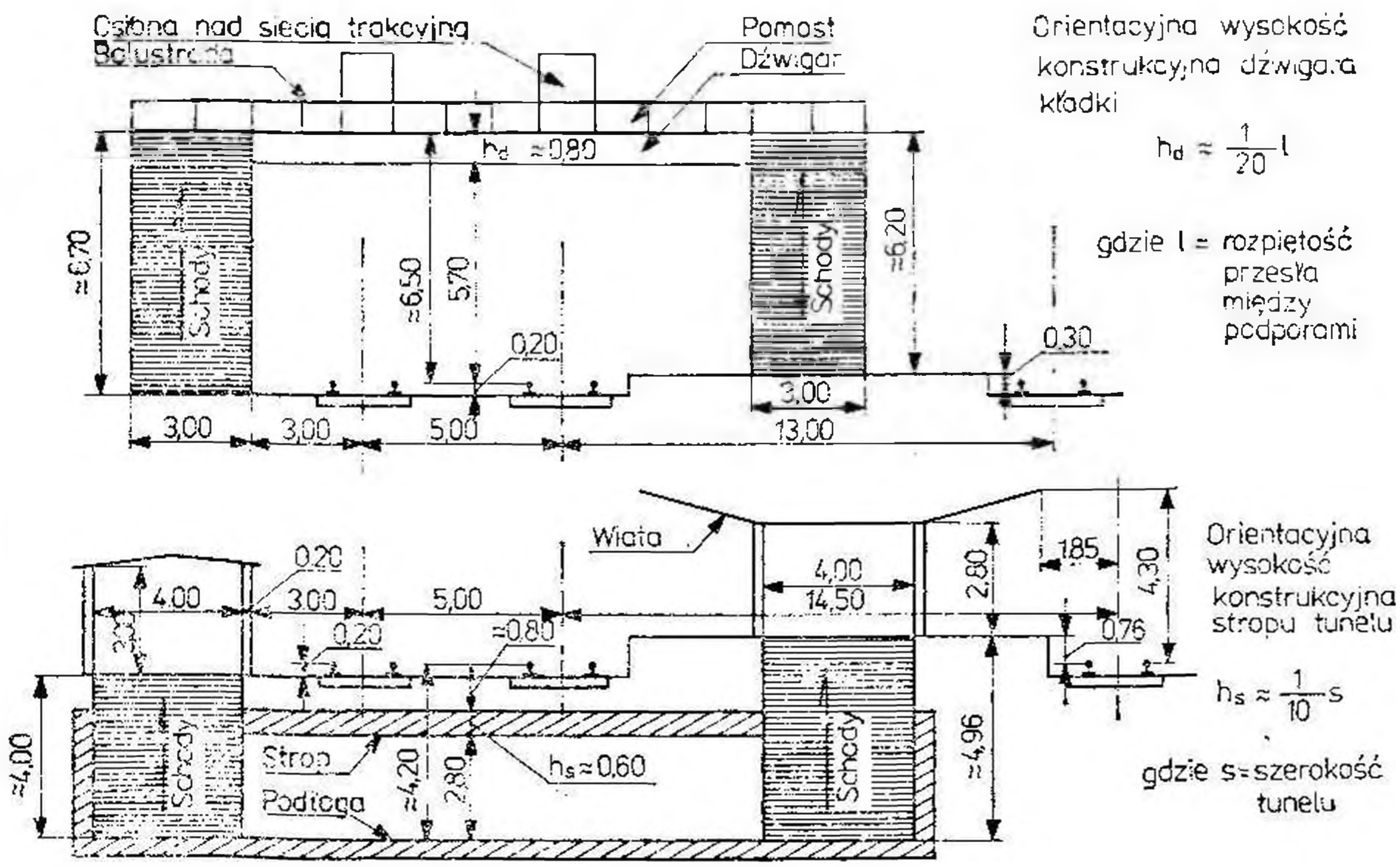
Przejścia w poziomie szyn stosuje się na przystankach osobowych i stacjach pośrednich o małym ruchu podróżnych oraz pociągów i manewrów (rys. 12.36).

12.10.7.3. Kładki i tunele

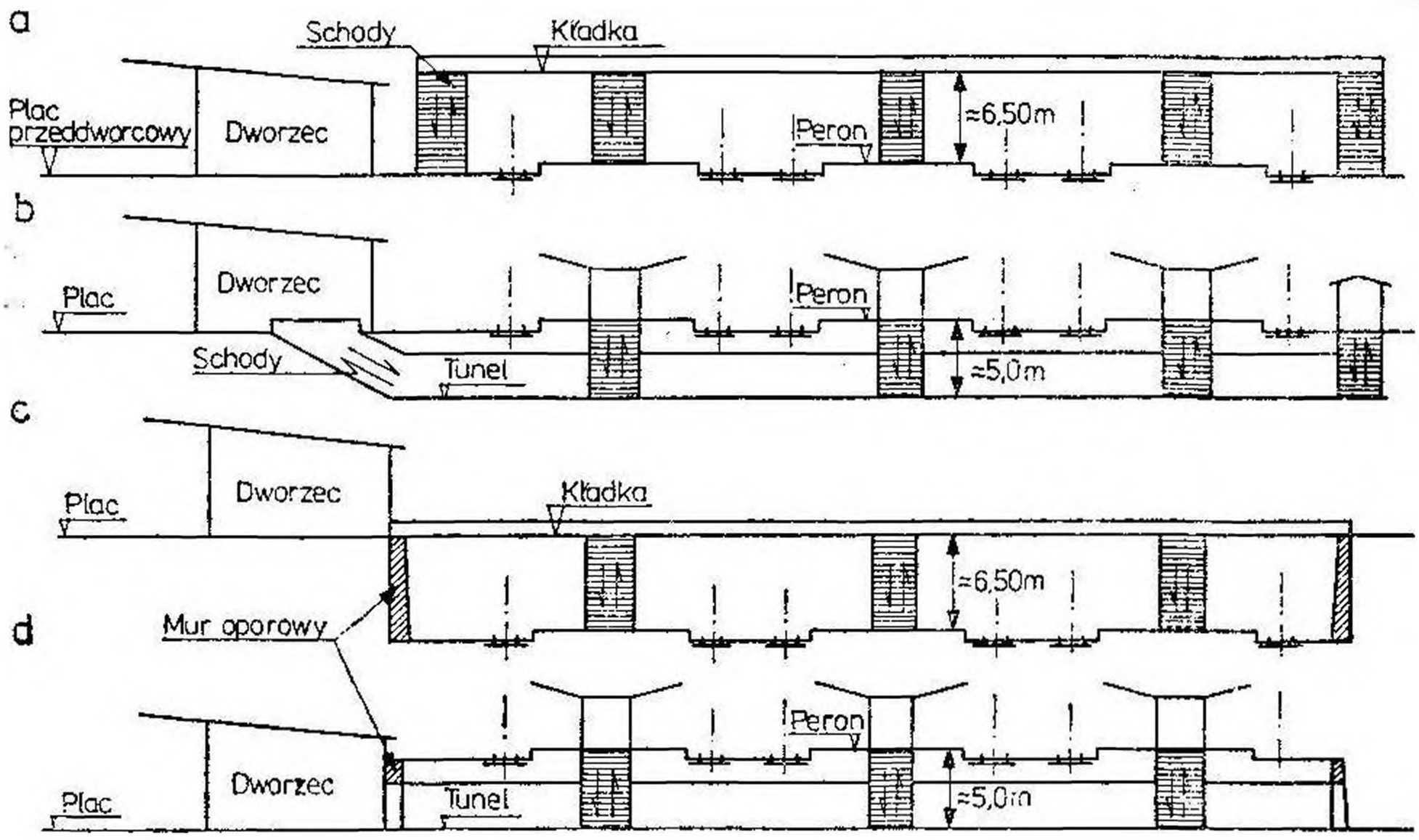
Na przystankach i stacjach pośrednich o większym ruchu oraz na stacjach węzłowych buduje się kładki lub tunele, umożliwiające dojście ludzi do i z peronów bez kolizji z ruchem pociągów i manewrów na torach (rys. 12.37, 12.38) [78].

Kładki są około 3–4 krotnie tańsze niż tunele, gdyż ich konstrukcja obliczana jest na obciążenie tłumem 500 kg/m^2, które jest wyraźnie mniejsze, niż obciążenie od lokomotyw, na jakie musi być przygotowana konstrukcja tunelu. Ponadto tunele wymagają nieraz bardzo skomplikowanego odwodnienia, natomiast odprowadzenie wody z kładki jest łatwe [78].

Różnica wysokości do pokonania przez pasażera jest wyraźnie większa w przypadku kładki (6 do 7 m — co wynika z wymiaru pionowego skrajni budowli dla kolei zelektryfikowanej) niż w przypadku tunelu (4 do 5 m — co wynika z wymagancj wysokości w świetle tunelu dla ludzi min. 2,40 m, zaś zalecanej 2,80–3,00 m). Tunele ponadto



12.37. Kładki i tunele dla podróżnych — przykłady [78]



12.38. Rozwiązania wysokościowe stacji względem otoczenia [78]

a i *b* — niekorzystne dla pasażerów (dwukrotne pokonywanie wysokości), *c*—*d* — korzystne

zabezpieczają pieszych od deszczu, śniegu i wiatru. Budowa kładek krytych tzw. galerii jest możliwa lecz wówczas ich koszty wyraźnie rosną, zbliżając się do kosztów tunelu.

Jako rozwiązanie bardziej wygodne dla podróżnych należy więc uznać tunele i należy je stosować na większych stacjach, natomiast kładki należy budować na mniejszych stacjach wymagających dojścia bezkolizyjnego lub tam, gdzie budowa tunelu ze względów geologicznych np. przy wysokim poziomie i agresywności na betony wód gruntowych byłaby szczególnie trudna i droga.

Na stacjach o wielkim ruchu podróżnych buduje się więcej niż jeden tunel dla pasażerów. Np. po 3 tunele dla pasażerów mają stacje Warszawa Wschodnia, Katowice Osobowe i Warszawa Centralna (3 galerie) zaś 2 tunele ma st. Wrocław Główny.

Wygodnym dla pasażerów rozwiązaniem jest ułożenie torów stacji pasażerskiej na innym poziomie niż otoczenie (kolej w wykopie lub na nasypie). Wówczas pasażerowie muszą pokonywać różnicę wysokości tylko raz.

Szerokość tunelu dla podróżnych nie może być mniejsza niż 3,00 m, zaś kładki min. 2,40 m. Jednakże zaleca się stosować tunele o szerokości 5,00–6,00 m, zaś na wielkich stacjach nawet 8 m i 10 m.

Natomiast kładki projektuje się zwykle o szerokości 3–4 m.

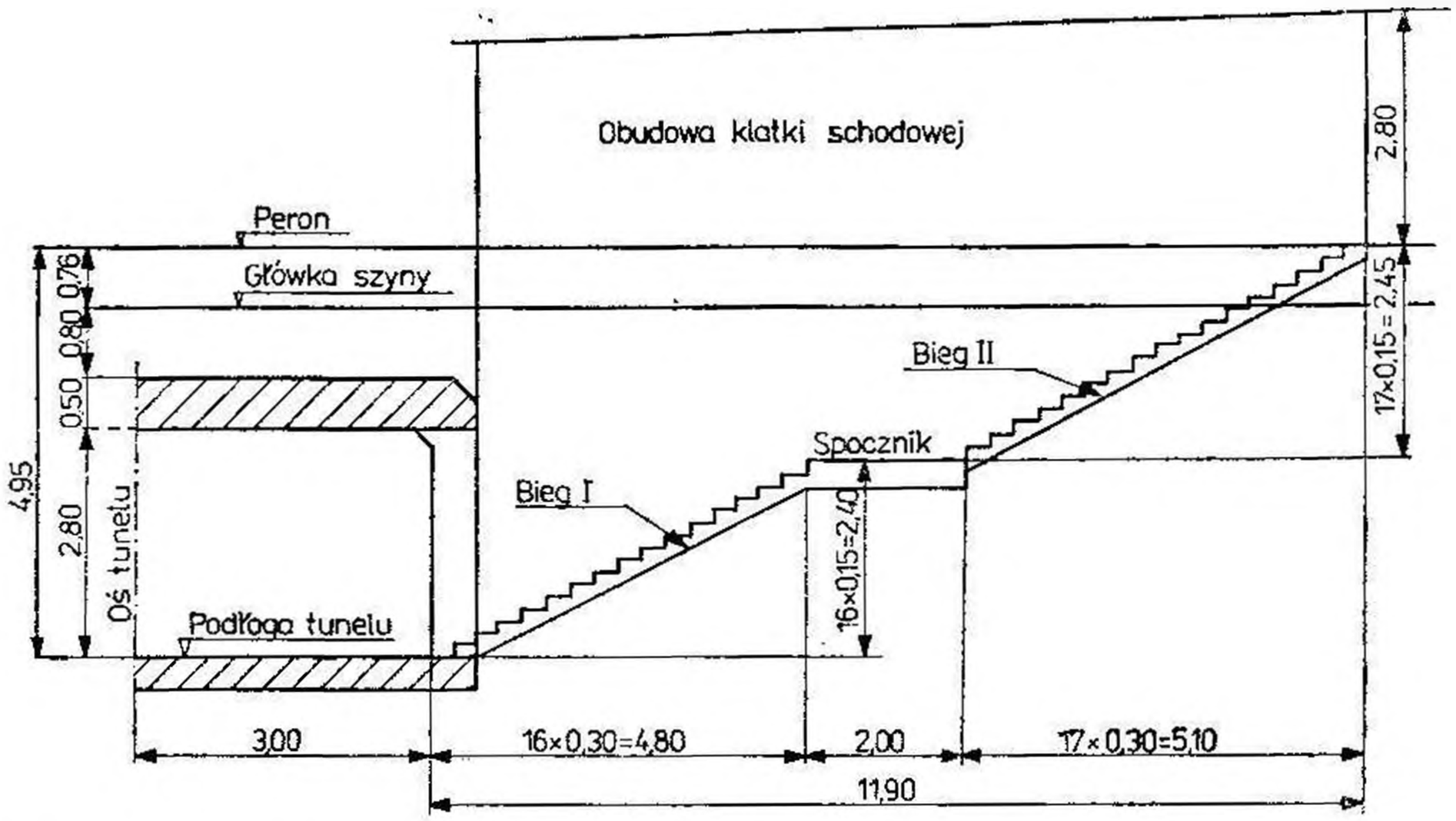
12.10.7.4. Schody i pochylnie

Do pokonania różnicy wysokości przez pieszych służą schody lub pochylnie stałe, a także schody lub pochylnie ruchome stosowane dla ułatwienia ruchu dużych potoków pieszych (rys. 12.39) [78].

Schody stałe wygodne dla ludzi powinny wznosić się w stosunku ok. 1 : 2 (długość 2 razy większa niż wysokość). Wysokość stopnia h należy przyjmować w granicach 15 do 17 cm, a szerokość stopnia s = 30 do 34 cm powinna wynikać z warunku:

$$2h+s = 60 \text{ do } 64 \text{ cm} \tag{12.29}$$

Wszystkie stopnie w biegu schodowym powinny mieć jednakowe wysokości i takie same szerokości. Co ok. 15 stopni należy umieścić spocznik poziomy długości do najmniej 1,5 m.



12.39. Schody z tunelu na peron (przykład) [78]

Pochylnie stałe dla pieszych nie mogą mieć wzniesienia większego niż 1 : 10 (długość 10 razy większa niż pokonywana wysokość), zaleca się pochylenie 1 : 15. Wobec znacznych długości pochylni prowadzących do tunelu lub na kładkę rzadko się je stosuje, natomiast często wykorzystuje się pochylnie służące do pokonania niewielkiej różnicy wysokości np. z przejścia w poziomie torów na czoło peronu (długość pochylni w takim przypadku np. $15 \times 0{,}30 = 4{,}5$ m lub $15 \times 0{,}76 = 11{,}4$ m).

Schody i pochylnie ruchome mają wzniesienia odpowiednio zbliżone do schodów i pochylni stałych. Szerokość schodów i pochylni ruchomych stosuje się netto ok. 0,60 m lub ok. 1.10 m, co odpowiada wymiarom brutto (łącznie z obudową ruchomych poręczy (ok. 1,00 m lub ok. 1,50 m.

Pochylnie stałe i ruchome mają tę zaletę, że umożliwiają ruch wózków dla inwalidów i dzieci oraz ręcznych wózków bagażowych.

Udostępnienie dworców, przejść dla pasażerów i peronów oraz wagonów dla przemieszczania się inwalidów na wózkach, ewentualnie z wykorzystaniem dróg i dźwigów bagażowych, jest obecnie jedynym z kierunków działań zarządów kolejowych, zwłaszcza np. w Niemczech i Holandii, gdzie liczba osób niepełnosprawnych jest stosunkowo znaczna.

12.10.7.5. Zdolności przepustowe przejść dla pieszych

Dla obiektów o wielkim ruchu podróżnych należy sprawdzić zdolności przepustowe przejść i schodów, szczególnie w miejscach koncentracji potoków ludzi, a zwłaszcza przyjeżdżających i opuszczających perony. Ma to również istotne znaczenie dla umożliwienia szybkiej i sprawnej ewakuacji na wypadek pożaru. Zdolności przepustowe przejść dla podróżnych można ocenić jak podano w tablicy 12–8.

Zdolności przepustowe przejść dla pieszych
1 min na 1 m szerokości Tablica 12-8

	Normalne (przyjmować w projektowaniu)	Maksymalne (dopuszczalne wyjątkowo)
Przejścia w poziomie (chodniki, kładki, galerie, tunele) oraz łagodne pochylnie	30	60
Schody stałe;		
— w górę	25	40
— w dół	20	33
Schody i pochylenie ruchome;		
— pojedyncze (szer. netto ok. 0,6 m, brutto ok. 1,0 m)	35	60
— podwójne (szer. netto ok. 1,1 m, brutto ok. 1,50 m)	40 *)	66 *)

*) Dla schodów ruchomych podwójnych podano dla umożliwienia porównań zdolność przeliczoną na 1 m szerokości brutto przekroju zajętego przez ciągi wraz z obudową. Zdolność jednego ciągu podwójnego (szer. netto ok. 1,1 m) wynosi: normalna 60, maksimum 100 osób/min.

Sprawny ruch ludzi oraz wygodę i brak odczucia ścisku, jakie należy zapewnić w rozwiązaniach projektowych dla warunków normalnych uzyskuje się przy wykorzystaniu ok. 50–60% zdolności maksymalnych. Pełne wykorzystanie zdolności maksymalnych powinno być dopuszczalne tylko wyjątkowo, zaś różnicę pomiędzy maksymalnymi a normalnymi należy traktować jako rezerwę dla pokonywania spiętrzeń chwilowych i w sytuacjach awaryjnych.

Podane zdolności przepustowe przejść dotyczą zarówno potoków pasażerów dalekobieżnych, jak i w ruchu aglomeracyjnym.

Wprawdzie w ruchu aglomeracyjnym zdolności mogą być określone jako nieco większe (rzędu od 10–20%), jednak różnice nie są aż tak znaczne, aby odgrywały istotną rolę w kalkulacjach mających z natury rzeczy charakter przybliżony.

Zdolności przepustowe przejść w poziomie oraz pochylni i schodów stałych podano przy założeniu, że w tym samym przekroju przemieszczają się potoki ludzi w obu kierunkach. Wprawdzie przy ruchu rozdzielonym kierunkowo można by uzyskać zdolności o ok. 20–25% większe, lecz obecnie na ogół odstąpiono od wyznaczenia obowiązujących kierunków ruchu potoków ludzi na rzecz swobody wyboru drogi przez korzystających z przejść. Oczywiście pewne kierunki często przeważają w danym przekroju. Przeważający kierunek ruchu ludzi może być zmienny w czasie, a przekrój uniwersalny kierun-

kowo może być dzięki temu lepiej wykorzystany. Dla schodów i pochylni ruchowych stosuje się zmianę kierunku niektórych z nich w porach doby np. na stacjach metro śródmiejskich rano i po południu.

Z porównania liczb w tablicy 12–8 wynika wniosek, że zdolności przepustowe schodów są mniejsze niż przejść w poziomie, szczególnie dla ruchu w dół. Dlatego, aby uniknąć wąskich, gardeł dławiących przepływ potoków ludzi, trzeba sprawdzać ich wystarczalność. Należy dążyć do uzyskania większej łącznej szerokości schodów stałych prowadzących do tunelu niż szerokość samego tunelu. Osiąga się to m. in. przez umieszczenie klatek schodowych z obu stron tunelu oraz dzięki odpowiednio dużej szerokości peronów. Zastąpienie schodów stałych ruchomym zwiększa zdolności przepustowe (nawet biorąc pod uwagę straty szerokości na ich obudowę oraz wygodę pasażerów, lecz wymaga to znacznie większych nakładów na ich budowę i eksploatację.

Przykład sprawdzenia zdolności przepustowej schodów:

Na stacji zaprojektowano 2 tunele z dwiema klatkami schodowymi szer. 3,00 m z każdego peronu do każdego tunelu. Ruch pasażerów do poszczególnych tuneli rozkłada się równomiernie.

Szerokości tunelu są duże, i sprawdzone co do możliwości przyjęcia potoków pasażerów z i do kilku peronów równocześnie. Czy jest możliwe wyjście z peronu w ciągu 2 minut 600 pasażerów, którzy wysiadają z przybyłego pociągu podmiejskiego$_x$

Suma zaprojektowanych szerokości schodów stałych:

$2 \times 2 \times 3{,}00 = 12{,}00$ m.

Zdolność przepustowa tych schodów (w dół) w ciągu minuty

12 m $\times$ 20 osób/min/m $= 240$ osób/min.

W ciągu 2 minut w warunkach normalnych opuści peron $2 \times 240 = 480$ pasażerów tj. mniej, niż potrzebne 600 osób/min.

Wniosek:

Jeśli sytuacje takie mają zdarzyć się często np. w szczytach porannych — należy poszerzyć klatki schodowe do 4 m każda, gdyż wówczas zdolność przepustowa normalna schodów będzie

$$2 \times 2 \times 4{,}0 \times 20 = 320 \text{ osób/min,}$$

a w ciągu 2 minut

$$2 \times 320 = 640 > 600 \text{ osób.}$$

Jeśli jednak taka fala pasażerów zdarza się tylko sporadycznie (np. przy powrocie z weekendu), to można dopuścić pozostawienie klatek schodowych o szer. 3,0 m, gdyż ich zdolność maksymalna wynosi:

$$2 \times 2 \times 3{,}0 \text{ m} \times 30 \text{ osób/min/m} = 396 \text{ osób/min,}$$

a w ciągu 2 minut:

$$2 \times 396 = \text{ok. } 800 \text{ osób,}$$

tj. więcej, niż dane 600 osób/min. Należy jednak wówczas liczyć się z tym, że wygoda ruchu będzie ograniczona i mogą powstawać chwilowe spiętrzenia.

12.10.8. Rozjazdy i skrzyżowania torów

12.10.8.1. Rysowanie rozjazdów na planach stacji

Tory na planach stacji przedstawia się rysując pojedyncze linie, odpowiadające osiom torów, natomiast rozjazdy odwzorowuje się w postaci schematów (rys. 12.40, 12.41). Rysowanie rozjazdu na planie należy rozpoczynać od zaznaczenia punktu matematycznego, następnie wyznaczyć kierunek toru zwrotnego, a dopiero potem wyznaczyć jego początek i końce oraz ukres.

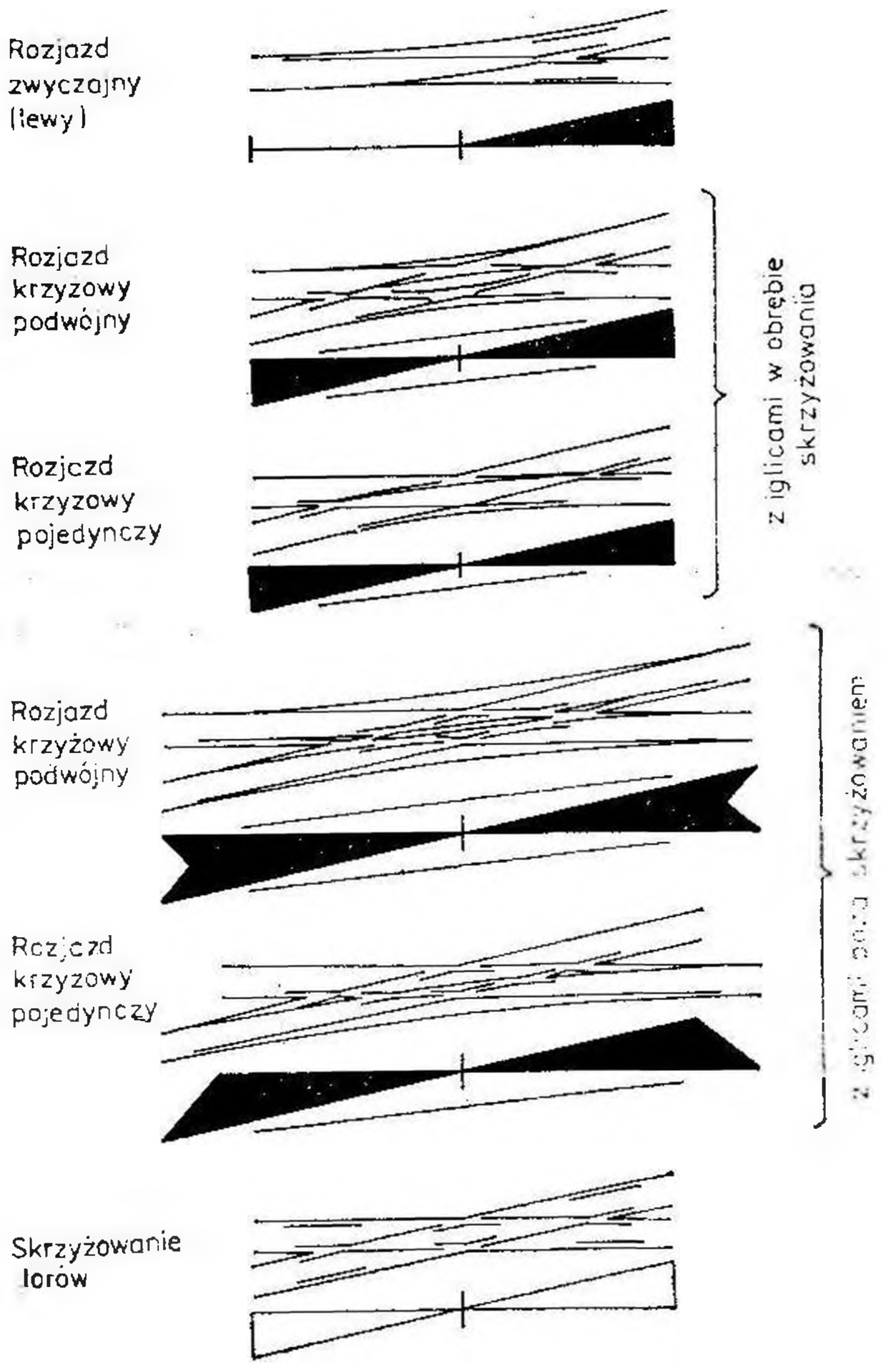
Dokładne i staranne rysowanie schematów rozjazdów jest warunkiem uzyskania poprawnego rozwiązania dróg zwrotnicowych na stacji.

Typ rozjazdu opisuje się podając kolejno (oddzielając kreskami):

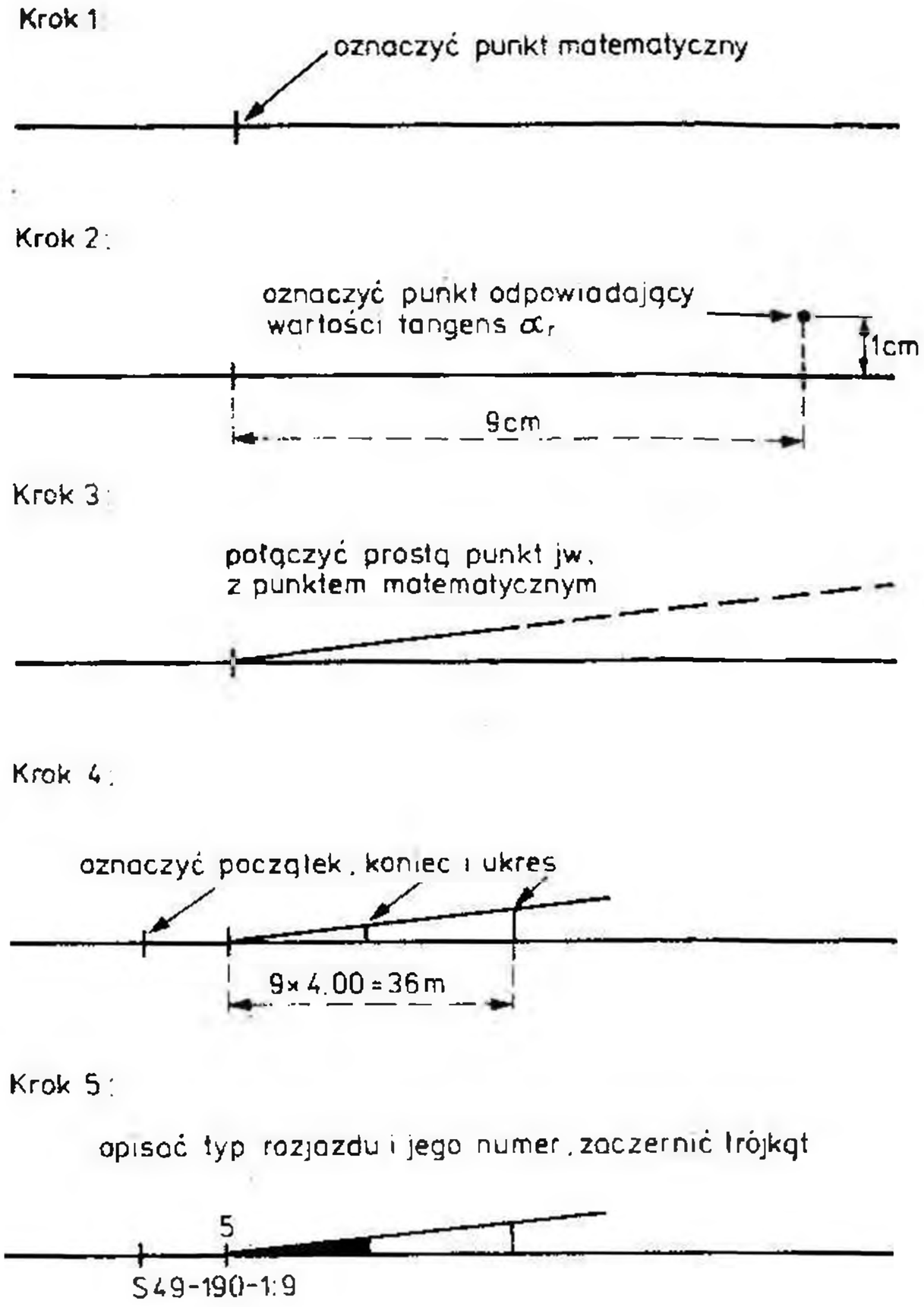
— typ szyn, z których rozjazd jest zbudowany (S49, S60 lub S42);

— promień toru zwrotnego [m] — bez litery R ani miana, np. 300;

— skos rozjazdu np. 1 : 9, który oznacza tg kąta między prostymi osiami torów wyprowadzonych z rozjazdu.



12.40
Schematy rozjazdów



12.41
Sposób prawidłowego rysowania schematu rozjazdu na planie stacji

Obok punktu matematycznego należy wpisać numer rozjazdu.

W projektach wstępnych pomija się elementy charakterystyki szczegółowej rozjazdów, które natomiast muszą być podane w zestawieniach zamówień materiałowych, stanowiących załącznik do projektów techniczno-budowlanych. Są to np. złącza łubkowe czy spawane wymogi przystosowania do izolacji itd.

Trójkąty schematów rozjazdów przewidzianych do zdalnego nastawienia zaczernia się, zaś rozjazdów nastawianych na miejscu (niescentralizowanych) — zakreskowuje. Trójkątów schematów skrzyżowań nie zapełnia się.

12.10.8.2. Parametry i wytyczne stosowanie rozjazdów

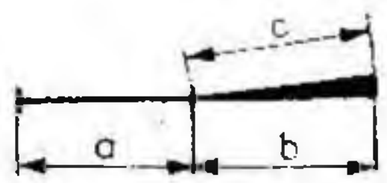
W tablicach 12–9 i 12–10 przedstawiono podstawowe parametry rozjazdów i skrzyżowań stosowanych obecnie na PKP.

Dąży się do ograniczenia liczby typów eksploatowanych rozjazdów dla ułatwienia utrzymania (zmniejszenia asortymentu części zamiennych) oraz wydłużenia serii produkcyjnych. Na stacjach można jeszcze spotkać rozjazdy innych typów, nie podanych w tabelach, które przy wszelkich wymianach i modernizacjach są sukcesywnie wycofywane z eksploatacji. Czasami niezbędna jest nawet przebudowa dróg zwrotnicowych dla

420 uzyskania układów geometrycznych, umożliwiających stosowanie tylko rozjazdów zaleconych typów.

Rozjazdy z szyn typu S12 są zastępowane rozjazdami S49.

Rozjazdy zwyczajne Tablica 12–9



skosy	schemat typ szyn - promień - skos	α_r°	a [m]	b [m]	c [m]	v_{max} na tor zwrotny
duże	S49 - 215 - 1:4,8 symetr	11°46'58"	11,050	11,050	11,050	20
	S49 - 190 - 1:6,6	8°36'56"	12,611	12,611	14,312	20
	S49 - 190 - 1:7,5	7°35'41"	12,611	12,611	12,611	20
typowe	S49 - 190 - 1:9	6°20'25"	10,523	16,615	16,615	40
	S60 - 190 - 1:9	6°20'25"	10,523	16,615	16,615	40
	S49 - 380 - 1:9 symetr	6°20'25"	10,523	16,615	16,615	40
	S49 - 300 - 1:9	6°20'25"	16,615	16,615	16,615	40
	S60 - 300 - 1:9	6°20'25"	16,615	16,615	16,615	40
małe	S49 - 500 - 1:12 *)	4°45'49"	20,797	20,797	20,797	60
	S60 - 500 - 1:12 *)	4°45'49"	20,797	20,797	20,797	60
	S60 - 1200 - 1:18,5	3°05'39"	32,409	32,409	32,409	100

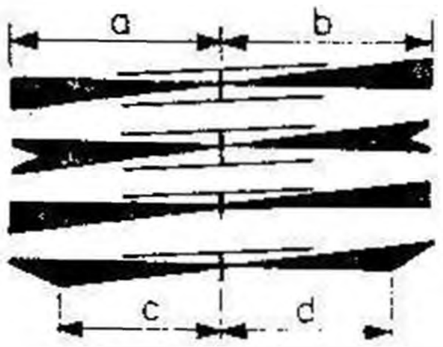
*) Rozjazdy wycofywane

Zalecanymi do powszechnego stosowania są rozjazdy zwyczajne S60–300–1 : 9 i S49–300–1 : 9 używane w torach głównych (szczególnie zaś w torach głównych zasadniczych (oraz S49–190–1 : 9 dla torów bocznych i w torach głównych — ale nie jako pierwsze rozjazdy wjazdowe na stację. We wszystkich tych rozjazdach dopuszczalna jest prędkość jazdy na tor zwrotny $v_{max} = 40$ km/h, z tym, że oczywiście w rozjazdach o $R = 300$ (z krzyżownicą łukową) jazda jest łagodniejsza i mniejsze zużycie rozjazdów i obrzeży kół.

Rozjazdy o dużych skosach 1 : 4,8 symetryczny, 1 : 6,6, 1 : 7,5 dopuszcza się tylko w rejonach, gdzie występują małe prędkości $v_{max} \leqslant 20$ km/h, zaś bardzo zależy na rozwinięciu możliwie krótkich dróg zwrotnicowych na znaczną liczbę torów, jak np. w strefach rozgałęźnych górek rozrządowych, wagonowniach i lokomotywowniach, na stacjach ładunkowych i bocznicach.

Rozjazdy o małych skosach 1 : 12 i 1 : 18,5, dla których dopuszcza się prędkości jazdy v_{max} na tor zwrotny — odpowiednio — 60 km/h i 100 km/h, stosuje się na posterunkach odgałęźnych i jako wjazdowe na stacje, tam gdzie zachodzi potrzeba przepuszczenia na tor zwrotny pociągów, bez zatrzymania, z prędkościami większymi niż prędkość dopuszczalna w rozjazdach typowych 1 : 9 — 40 km/h. Istnieje tendencja, aby rozjazdów 1 : 12 nie stosować, lecz decydować się na rozjazd 1 : 9 v_{max} = 40 km/h (na tor zwrotny), albo na 1 : 18,5 i v_{max} = 100 km/h. Rozjazdy 1 : 18,5 zastosowano np. w niektórych miejscach na CMK.

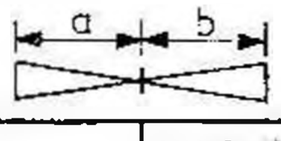
Rozjazdy krzyżowe podwójne i pojedyncze Tablica 12–10



skosy	typ szyn - promień - skos / schemat	α_r°	a = b [m] / ewent. c = d [m]	v_{max} [km/h] po torze: prostym	zwrotnym
duże	S49 - 190 - 1:6,6 *) - z iglicami poza skrzyżowaniem	8°36'56"	17,396	20	20
		8°36'56"	17,396	20	20
typowe	S49 - 190 - 1:9 i S60 - 190 - 1:9	6°20'25"	16,615	90	40
		6°20'25"	16,615	90	40
	S49 - 300 - 1:9 *) - z iglicami poza skrzyżowaniem	6°20'25"	27,693	90	40
		6°20'25"	22,639 / 16,615	90	40
	S49 - 500 - 1:9 *) - z iglicami poza skrzyżowaniem	6°20'25"	27,693	90	60
		6°20'25"	27,693 / 16,615	90	60

*) Rozjazdy wycofywane

Skrzyżowania torów



typ szyn - skos / schemat	α	a=b [m]
S49 - 1:3,224 (2×1:6,6)	17°13'52"	7,920
S49 - 1:4,444 (2×1:9) S60 - 1:4,444	$2\alpha_r$ = 12°40'50"	10,907
S49 - 1:9 S60 - 1:9	α_r = 6°20'25"	16,615

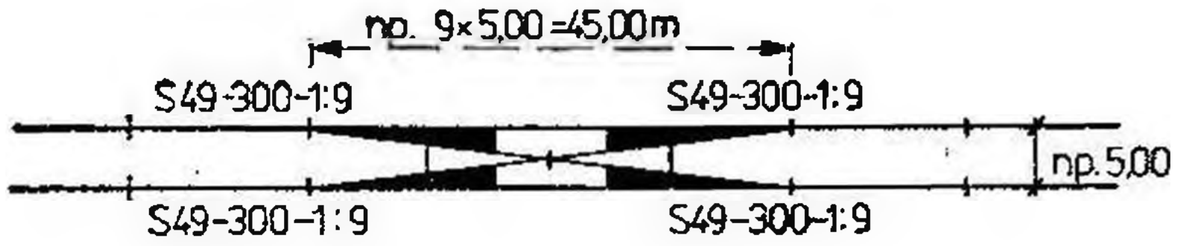
Rozjazdy krzyżowe (pojedyncze i podwójne) — mimo, że skracają rozwiązania geometryczne dróg zwrotnicowych — należy stosować z umiarem w przypadkach koniecznych, gdyż są skomplikowane konstrukcyjnie oraz bardzo kłopotliwe w utrzymaniu.

422 W rozjazdach krzyżowych istnieje zagrożenie utraty prowadzenia w krzyżownicach zestawów kołowych o średnicach kół mniejszych niż normalne 1,00 m — zaś są tendencje eksploatacji taboru kolejowego o mniejszych średnicach kół np. platform do przewozu samochodów.

Nie wolno stosować rozjazdów krzyżowych w torach głównych zasadniczych linii o $v_{max} \geqslant 100$ km/h, zaś układanie w torach głównych zasadniczych linii o $v < 100$ km/h jest wysoce niepożądane.

Dopuszcza się układanie w razie potrzeby rozjazdów krzyżowych w torach głównych dodatkowych i bocznych stacyjnych.

Podwójne połączenia torów równoległych rozjazdami zwyczajnymi 1 : 9 ze skrzyżowaniem torów (rys. 12.42) muszą być zamawiane i wykonywane przez producenta jako komplet, jeśli odległość między osiami torów m jest mniejsza niż 6,08 m.



12.42
Podwójne połączenia torów równoległych ze skrzyżowaniem na międzytorzu

Omawiane połączenie nie może być zrealizowane przy rozstawie torów jak na szlaku linii dwutorowej $m = 4{,}00$ m. Produkuje się komplety dla $m = 4{,}50$; 5,00; i 6,00 m. Wymiana takiego kompletu musi następować w całości, niezależnie od stopnia zużycia poszczególnych rozjazdów. Wskazane jest więc w miarę możliwości unikanie ich lub stosowanie $m \geqslant 6{,}08$ m, gdyż wówczas można złożyć połączenie z samodzielnych typowych rozjazdów i skrzyżowania.

12.10.8.3. Ukresy

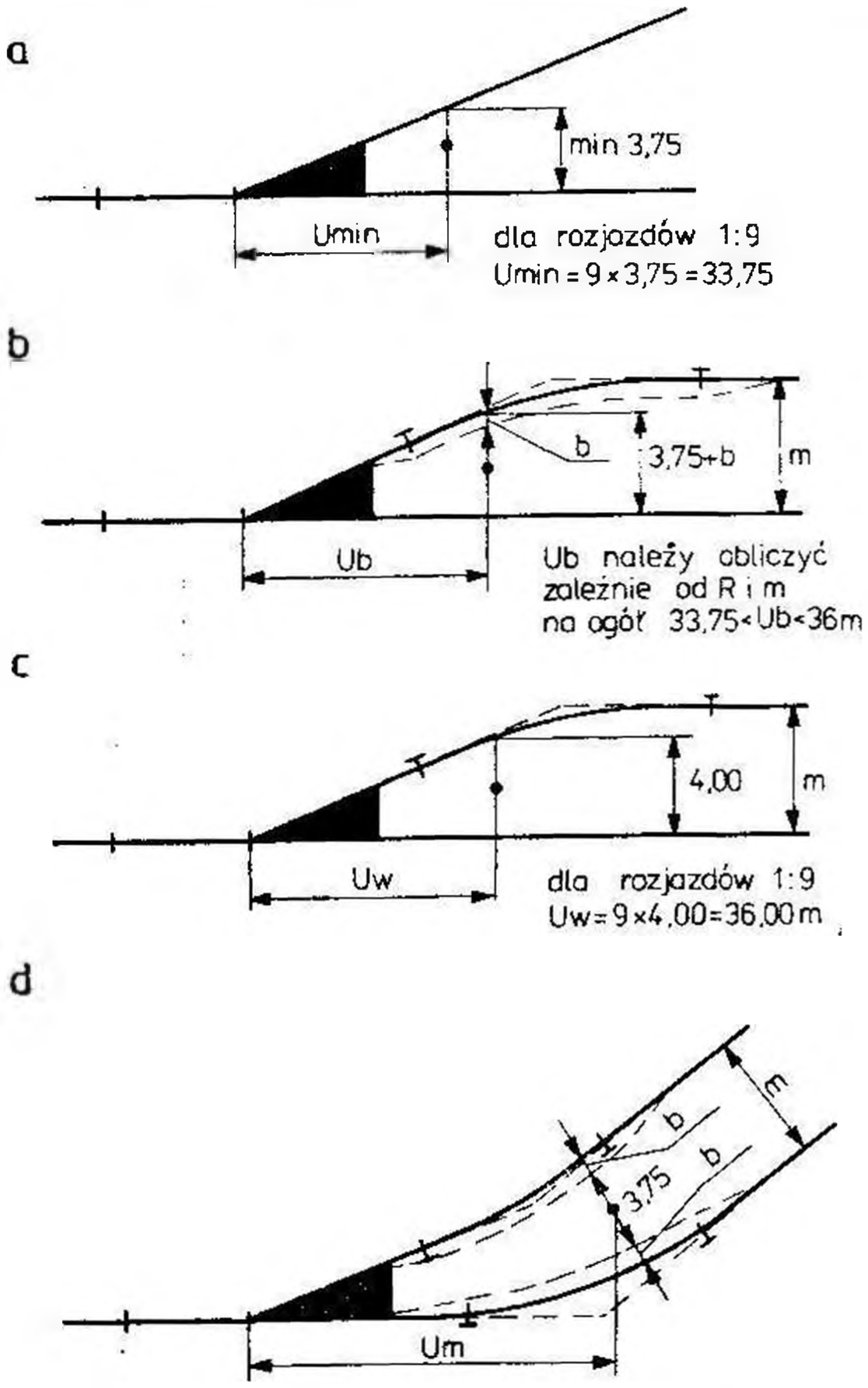
Ukres jest to miejsce, do którego można najdalej doprowadzić tabor na jednym z torów, wyprowadzonych z rozjazdu, pozostawiając jeszcze możliwość przejazdu po drugim torze (rys. 12.43).

Słupek ukresowy ustawia się w miejscu, w którym odległość między osiami torów prostych wynosi co najmniej 3,75 m tj. dla rozjazdów o różnych skosach:

1 : 6,6 — minimum $6{,}6 \times 3{,}75 = 24{,}75$ m,
1 : 7,5 — „ $7{,}5 \times 3{,}75 = 22{,}13$ m,
1 : 9 — „ $8 \times 3{,}75 = 33{,}75$ m,
1 : 12 — „ $12 \times 3{,}75 = 45{,}00$ m,
1 : 18,5 — „ $18{,}5 \times 3{,}75 = 69{,}38$ m.

Natomiast jeśli tor (lub tory) wyprowadzony z rozjazdu znajduje się w łuku, należy odległość tę powiększyć o wartość b poszerzenia skrajni budowli, a więc słupek ukresowy ustawić w miejscu, gdzie odległość między osiami torów wynosi $3{,}75 + b$.

Szczegółowa analiza przypadków sąsiedztwa łuków z rozjazdami doprowadza do wniosku, że dla stosowanych na stacjach rozstawów torów co najmniej 4,75 m, przy promieniach łuków rzędu 180 do 300 m i wymaganych poszerzeniach skrajni b do 0,20 m —



12.43
Odległość ukresu od punktu matematycznego rozjazdu

a — odległość minimalna przy torach prostych, *b* — odległość zwiększona ze względu na poszerzenie skrajni w łuku *b*, *c* — odległość przyjmowana praktycznie w projektowaniu wstępnym w sytuacjach typowych, *d* — odległość wyjątkowo duża w przypadku dwóch łuków w tym samym kierunku za rozjazdem — należy ją szczegółowo obliczać. Dla rozjazdów 1 :9 U_m na ogół przekracza 36 m. Wstępnie należy przyjmować U_m = 40—45 m

potrzebne są zwiększenia odległości słupka ukresowego od punktu matematycznego do 3 m.

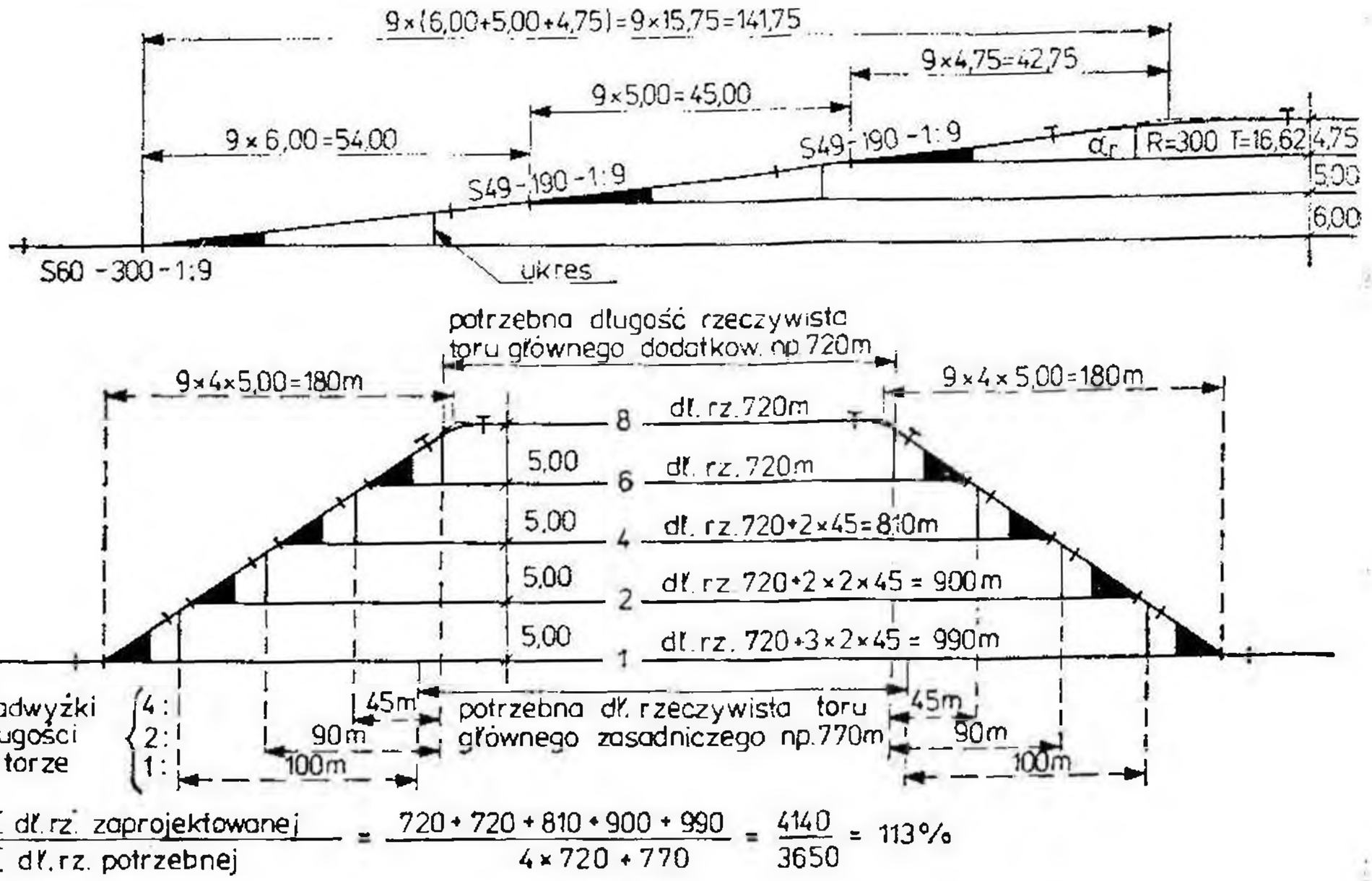
Biorąc to pod uwagę, jak również pozostawiając pewien zapas w stosunku do wymogów minimalnych — w projektach wstępnych przyjęto oznaczać ukres w miejscach, gdzie odległość między osiami torów wynosi 4,00 m tj. dla rozjazdów o różnych skosach:

1 : 6,6 — 6,6 × 5,00 = 26,4 m,
1 : 7,5 — 7,5 × 4,00 = 30 m,
1 : 9 — 9 × 4,00 = 36 m,
1 : 12 — 12 × 4,00 = 48 m,
1 : 18,5 — 18,5 × 4,00 = 74 m.

12.10.9. Drogi zwrotnicowe

12.10.9.1. Układy dróg zwrotnicowych

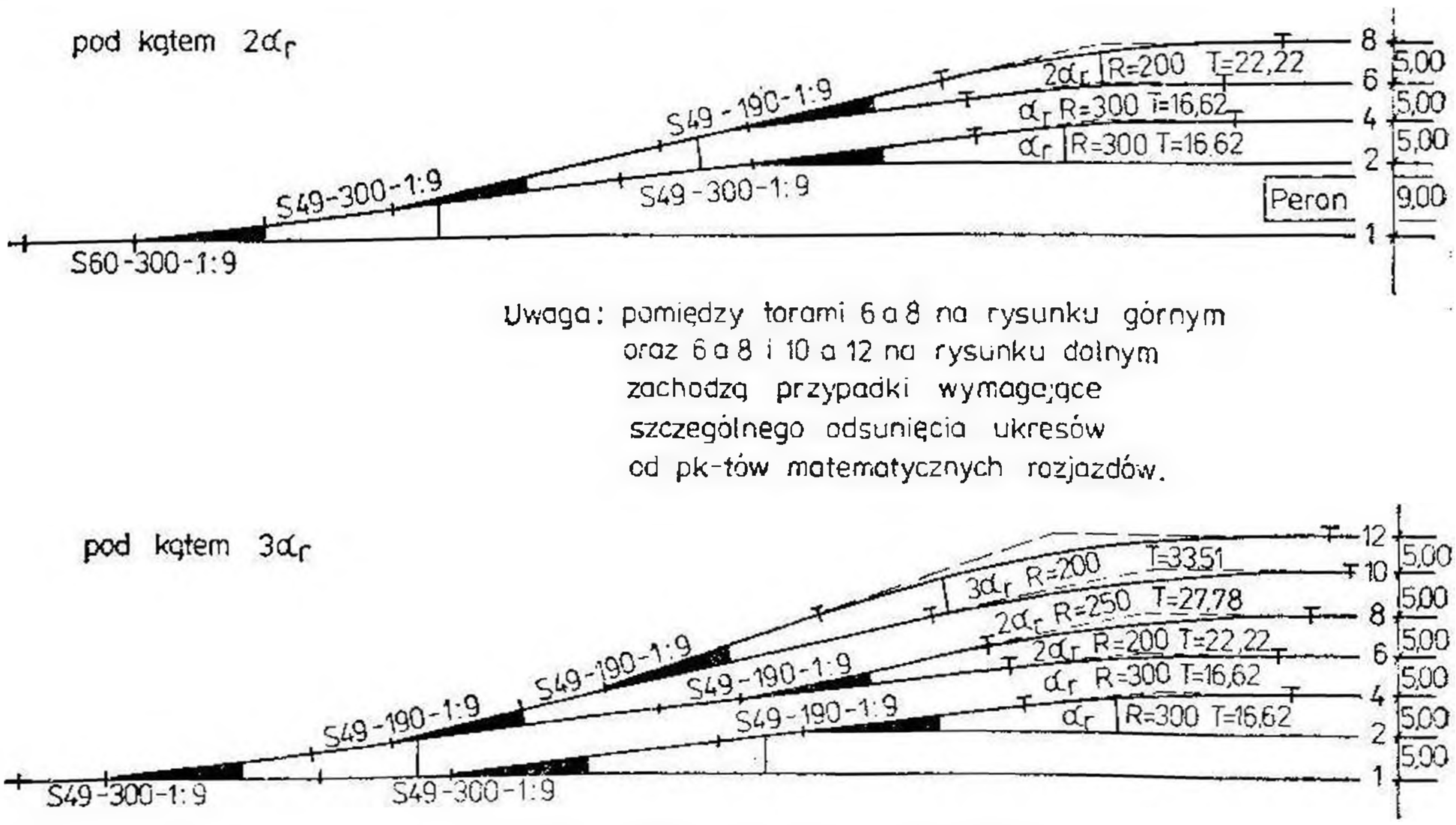
Najprostszym rozwiązaniem połączenia kilku torów jest droga zwrotnicowa z rozjazdami pod kątem α_r (rys. 12.44). Odległości między punktami matematycznymi rozjazdów, mierzone po rzucie na kierunek równoległy do torów, wyznacza się mnożąc mianownik oznaczenia skosów rozjazdów przez rozstawy torów, np. przy użyciu rozjazdów o skosie 1 : 9 i rozstawie 4,75 m odległość ta wyniesie 9 × 4,75 = 42,75 m.



12.44. Droga zwrotnicowa pod kątem rozjazdowym α_r (przykład) [78]

Drogi zwrotnicowe pod kątem α_r są bardzo długie. Wyznaczając długość rzeczywistą (między ukresami) skrajnego toru według wymagań długości torów w pozostałych torach stacji lub grupy torów, wyprowadzonych z takiej drogi zwrotnicowej, tworzy się znaczne nadwyżki długości w stosunku do potrzeb funkcjonalnych. Jest to więc rozwiązanie mało efektywne, które stosuje się dla połączenia najwięcej trzech, wyjątkowo czterech torów.

Jeśli trzeba połączyć większą liczbę torów, stosuje się drogi zwrotnicowe pod kątem $2\alpha_r$



12.45. Drogi zwrotnicowe pod kątami $2\alpha_r$ i $3\alpha_r$ (przykłady) [78]

lub $3\alpha_r$ (rys. 12.45), a w dużych grupach kilkunastu lub kilkudziesięciu torów — nawet $4\alpha_r$ lub $5\alpha_r$.

Układ rozjazdów w drogach zwrotnicowych powinien umożliwiać wszystkie potrzebne jazdy pociągowe i manewrowe. Należy uwzględnić zarówno jazdy stosowane w warunkach ruchu normalnego, jak i tzw. „awaryjne", potrzebne w przypadkach zamknięcia dla ruchu niektórych torów szlakowych lub stacyjnych w czasie ich planowego remontu albo niespodziewanie — wskutek awarii.

Należy spełnić wszystkie wymagania techniczno-ruchowe budowlane, a w szczególności przewidzieć wstawki proste pomiędzy rozjazdami oraz między rozjazdami a łukami.

Dobrze rozwiązana droga wzrotnicowa powinna być możliwie krótka, zaś długości rzeczywiste torów stacyjnych, o tym samym przeznaczeniu, powinny być możliwie zbliżone przy zachowaniu warunku, że nie są mniejsze, niż wymagane. Im droga zwrotnicowa jest krótsza (bardziej zwarta), tym mniejsze są długości budowlane torów, a co za tym idzie — mniejsze zajęcie terenu i roboty ziemne, odwodnienie, zmniejsza długość sieci trakcyjnej, kabli do urządzeń sterowania ruchem itd., a więc mniejsze nakłady inwestycyjne.

Drogi zwrotnicowe zgrupowane w jednym końcu stacji (lub grupy torów na dużej stacji) potocznie nazywa się „głowicą stacyjną".

Prawidłowe i efektywne rozwiązanie „głowicy" zależy od inwencji projektanta, który z reguły, aby osiągnąć układ zadowalający musi narysować i krytycznie ocenić kilka wariantów.

Przy większej liczbie torów lub przy ograniczeniach terenowych, nawet doświadczony projektant osiąga poprawne rozwiązanie dopiero w drugim lub trzecim rysowaniu.

Normalnie, w znakomitej większości przypadków, stosuje się na stacjach PKP rozjazdy typowe o skosie 1 : 9. Ułatwia to utrzymanie, gospodarkę częściami zamiennymi i remonty.

W rejonach, w których konieczne jest zastosowanie krótkich dróg zwrotnicowych w torach bocznych, zaś prędkości manewrów są małe — np. w strefach górek rozrządowych, w wagonowniach, na stacjach ładunkowych, w portach itp. — dopuszcza się układanie rozjazdów o dużych skosach (1 : 4,8 symetryczny; 1 : 6,6; 1 : 7,5).

Na posterunkach odgałęźnych oraz w torach głównych zasadniczych na stacjach, na których ważne jest uzyskanie dużych prędkości pociągów przy jeździe na tor zwrotny rozjazdu — układa się rozjazdy o małych skosach 1 : 18,5 o $R = 1200$ m, dopuszczające v_{max} na tor zwrotny 100 km/h. Istnieją również układy z rozjazdami 1 : 12, lecz w nowych rozwiązaniach nie zaleca się ich wykorzystywania.

W torach głównych zasadniczych stacji pośrednich i mniejszych węzłowych, przez które mają być przepuszczane pociągi bez zatrzymania z dużymi prędkościami, należy ograniczać liczbę rozjazdów do nieodzownego minimum.

12.10.9.2. Wstawki proste

Odcinek toru prostego, tzw. wstawki proste, umieszcza się w drogach zwrotnicowych w celu uspokojenia ruchu taboru, przechodzącego przez rozjazdy i łuki oraz dla wykonania poszerzeń toru przed łukami, a także dla wspawania odcinków szyn ze stykami izolowanymi klejonymi, potrzebnymi do urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

426 Wstawki proste — z wyjątkiem niektórych przypadków — umieszcza się między:
— rozjazdami,
— rozjazdami a początkami łuków kołowych lub początkami krzywych przejściowych,
— początkami łuków kołowych odwrotnych bez krzywych przejściowych (w torach głównych dodatkowych i bocznych przy $v_{max} = 40$ km/h).

Uwaga: Wstawki proste między początkami krzywych przyjściowych unormowane są odrębnie:

dla linii magistralnych i I-rzędnych $w_{min} = \frac{v_{max}}{2{,}5}$,

dla linii II-rzędnych $w_{min} = 30$ m,

dla linii znaczenia miejscowego $w_{min} = 10$ m.

Stosuje się następujące długości wstawek prostych:

— w torach głównych zasadniczych

— zależnie od prędkości maksymalnej pociągów v_{max} [km/h]

$$w \geqslant \frac{v_{max}}{6} \text{ [m]}, \quad \text{jednak } w_{min} = 15 \text{ m},$$

np. dla $v_{max} = 120$ km/h, $\quad w \geqslant \frac{120}{6} = 20$ m,

zaś dla $v_{max} = 80$ km/h, $\frac{80}{6} = 13{,}3$, należy stosować $w \geqslant 15$ m.

— w torach głównych dodatkowych,
w których z zasady $v_{max} = 40$ km/h

$$w \geqslant 10 \text{ m},$$

w wyjątkowo trudnych warunkach terenowych dopuszcza się $w \geqslant 6$ m,

— w torach bocznych, w których z zasady $v_{max} \leqslant 20$ km/h

$$w \geqslant 6 \text{ m},$$

lecz pożądana jest w miarę możliwości wstawka

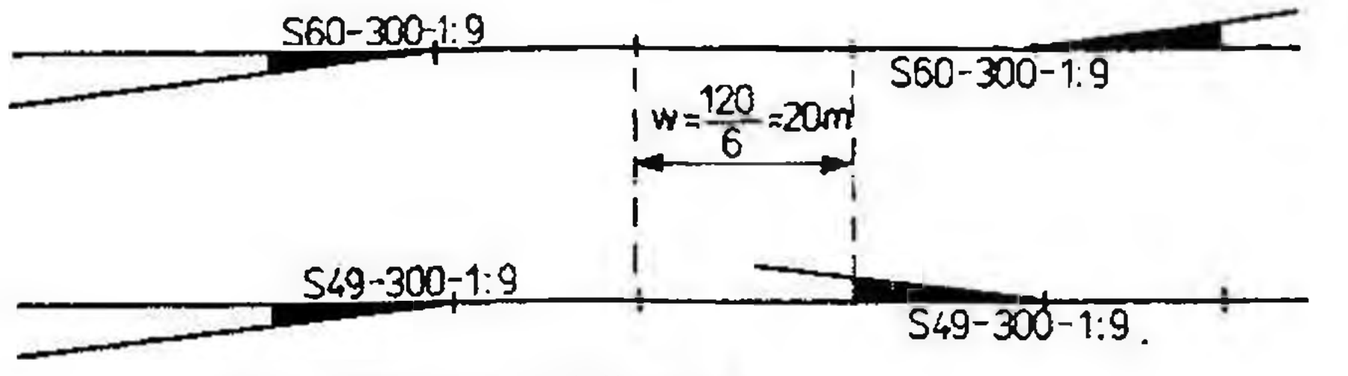
$$w \geqslant 10 \text{ m}.$$

Wstawki proste są nieodzowne, gdy sąsiadują ze sobą łuki odwrotne w rozjazdach lub torach (rys. 12.46). Z tego względu między innymi przy połączeniu równoległych torów głównych zasadniczych o rozstawie 4,00 m — gdy nie ma możliwości powiększenia tego rozstawu — stosuje się specjalny zespół dwóch rozjazdów o zmniejszonym skosie S49/60–1 : 9,403 (rys. 12.47).

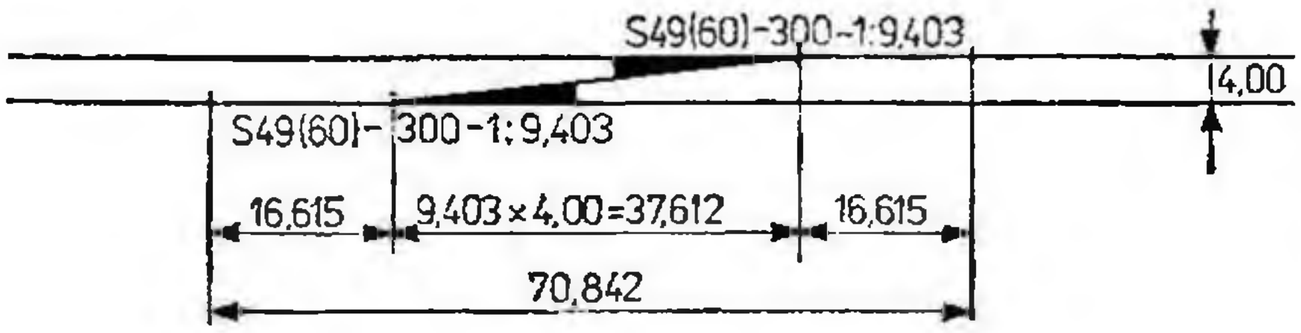
Można zaniechać umieszczania wstawek prostych — jeśli nie zachodzi potrzeba wspawania odcinków szyn oraz ze stykami izolowanymi klejonymi — w pewnych przypadkach, gdy sąsiadują ze sobą łuki tego samego kierunku i o tym samym promieniu. Dotyczy to rozjazdów S60 i S49, które mają iglice styczne do opornicy w początku rozjazdu.

Wstawki prostej można nie stosować w następujących przypadkach (rys. 12.18);

a — gdy dwa rozjazdy o tym samym typie szyn i promieniu sąsiadują ze sobą począt-



12.46. Przykłady umieszczenia wstawek prostych



12.47
Specjalny zespół dwóch rozjazdów zwyczajnych o zmniejszonym skosie S49 (60) — 300—1 : 9,403 dla połączenia dwóch torów głównych zasadniczych o rozstawie 4,00 m (z wystarczającą wstawką prostą między łukami odwrotnymi)

kami, a tory zwrotne rozjazdów tworzą łuk ciągły — a także, gdy tor w łuku o tym samym promieniu, co promień rozjazdu i z szyn tego samego typu, sąsiaduje z początkiem rozjazdu (rys. 12.48*a*);

b — gdy początek rozjazdu o tym samym kierunku zwrotu, typie szyn i promieniu układa się za końcem w torze zwrotnym rozjazdu i krzyżownicy łukowej, a więc tory zwrotne obu rozjazdów tworzą łuk ciągły, a także, gdy tor w łuku o tym samym promieniu, co promień rozjazdu i z szyn tego samego typu sąsiaduje z końcem w torze zwrotnym rozjazdu o krzyżownicy łukowej (rys. 12.48*b*).

Krzyżownice łukowe mają rozjazdy:
S49/60–300–1 : 9; S49–215–1 : 4,8 symetryczny, S49–190–1 : 6,6; S49–190–1 : 7,5; S49–500–1 : 12, S49/60–1200–1 : 18,5.

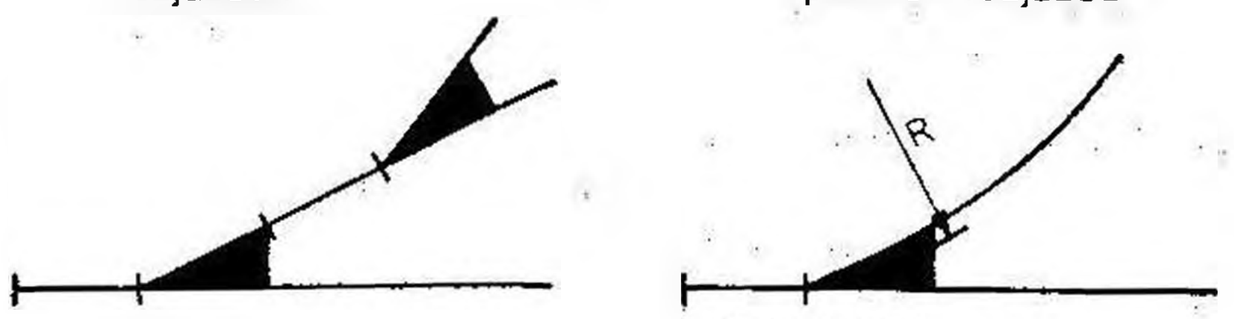
Ułożenie rozjazdu S49/60–190–1 : 9 lub toru w łuku $R = 190$ za rozjazdem o krzyżownicy prostej tzn. S49/60–190–1 : 9 torze tym samym typie szyn jest również dopuszczalne bez wstawki prostej, gdyż jej rolę pełni końcowy prosty odcinek rozjazdu, zaś potrzebne poszerzenie toru można wykonać na odcinku od końca kierownicy do końca rozjazdu. Ponieważ jest to jednak dodatkowa trudność

a

Jednakowe :
- typ szyn
- promienie obu rozjazdów

Jednakowe
- typ szyn
- promień łuku i promień rozjazdu

b



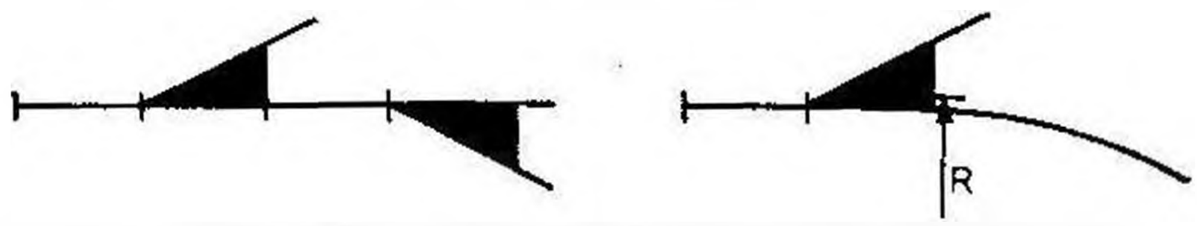
Jednakowe :
- typ szyn
- promienie obu rozjazdów

Jednakowe
- typ szyn
- promień łuku i promień rozjazdu

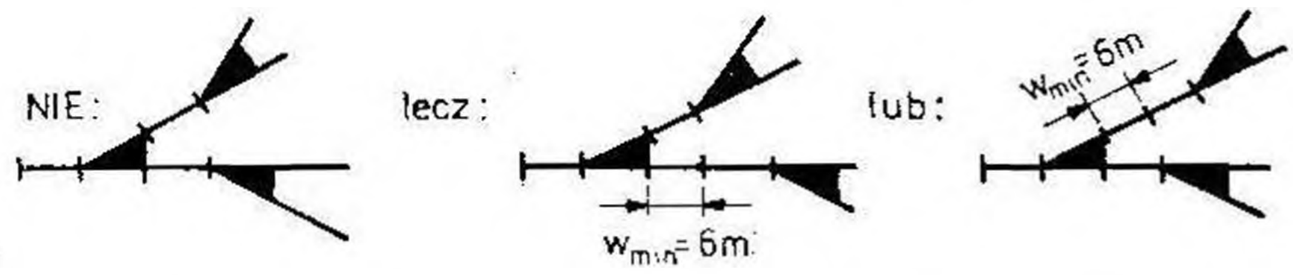
Uwaga : Dla rozjazdów S49 (60) - 190 - 1:9, które mają krzyżownicę prostą, w miarę możności stosować wstawkę prostą w = 6m

Tylko w torach bocznych w trudnych warunkach :

c



Uwaga : Nie można równocześnie układać rozjazdów bezpośrednio za końcami w torze prostym i w zwrotnym



12.48. Przypadki, w których można nie stosować wstawki prostej

wykonawcza, jeśli warunki terenowe pozwalają, zastosowanie wstawki prostej $w = 6$ m jest pożądane;

c — tylko w torach bocznych można w trudnych warunkach dopuścić ułożenie początku lub łuku bezpośrednio za końcem rozjazdu w torze prostym (rys. 12.48*c*), wykonując poszerzenie toru w końcowej części rozjazdu. Jednak jest to rozwiązanie nie zalecane, a pożądane jest umieszczenie wstawki prostej $w \geqslant 6$ m.

Nie można równocześnie układać rozjazdów bezpośrednio za końcem rozjazdu i w torze prostym oraz w torze zwrotnym — tzn. równocześnie wg b i c, gdyż kolidują ze sobą urządzenia nastawcze rozjazdów. Należy wówczas odsunąć początek jednego z rozjazdów o $w \geqslant 6$ m.

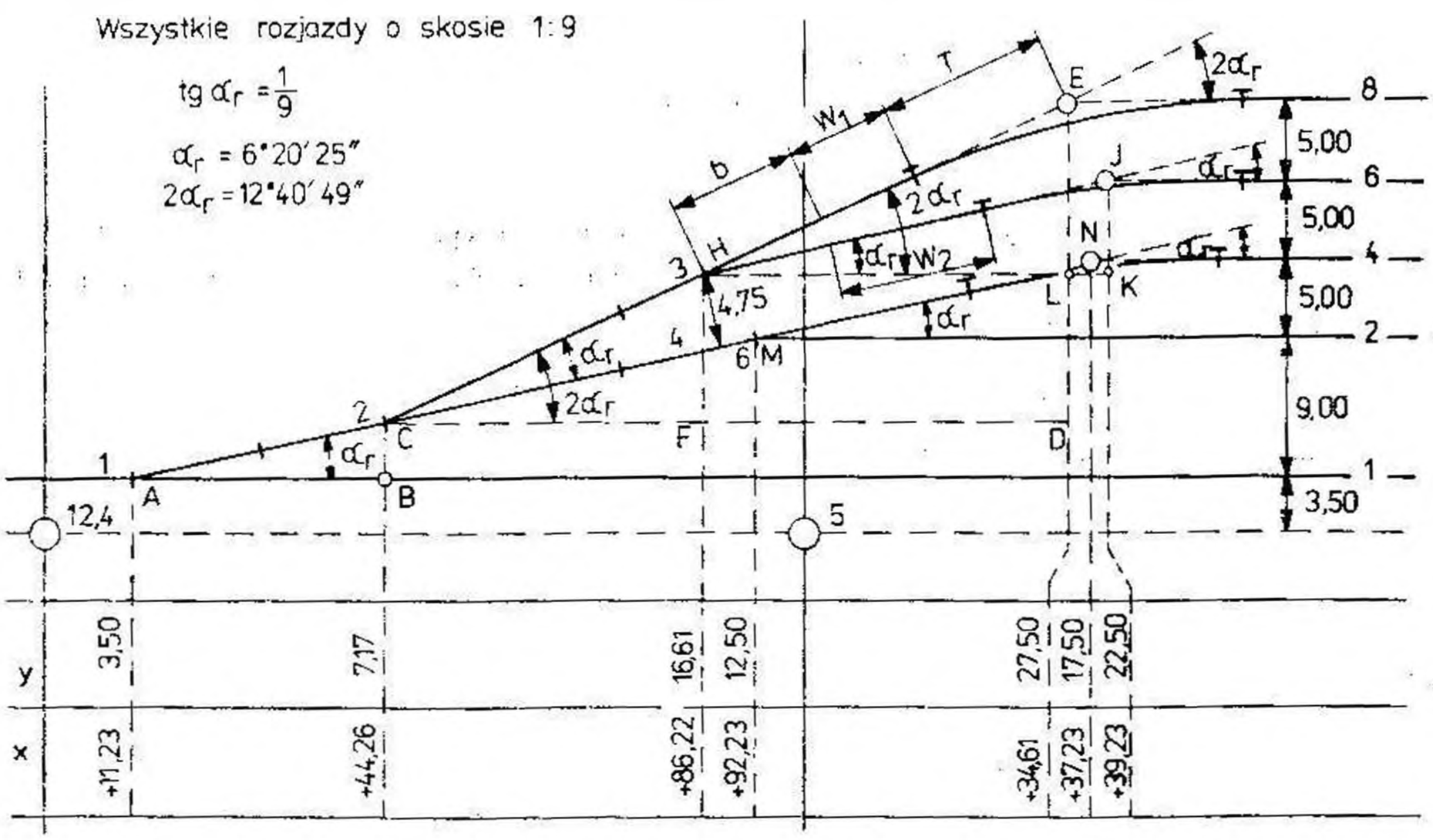
12.10.9.3. Obliczanie parametrów drogi zwrotnicowej

W projektach technicznych, według których tyczy się w terenie i buduje układ torowy, podaje się współrzędne punktów matematycznych rozjazdów i wierzchołków łuków z dokładnością do 1 centymetra. Oś *X* zakłada się zwykle po osi toru głównego zasadniczego nr 11 ub po bazie pomiarowej równoległej do niego. Osie *Y* wyznacza się prosto-

padle do osi X w miejscach hektometrów kilometrażu linii i rysuje się je na planach stacji cienkimi liniami. Jako współrzędne X zapisuje się tzw. „plusy", tzn. tylko odległości od sąsiedniego niższego hektometra. Ponadto w projektach technicznych podaje się parametry łuków: kąty zwrotu, promienie R [m], długości łuków $Ł$ [m] oraz styczne T tzn. odległości od wierzchołków do początków i końców łuków.

W projektach wstępnych w zasadzie poprzestaje się na dokładności rysunku w skali 1 : 1000 lub 1 : 500 i nie wpisuje się współrzędnych punktów charakterystycznych, zaś łuki opisuje się tylko wartościami promieni R. Oznacza się jednak początki i końce łuków, odmierzając od wierzchołków łuków skalkulowane w przybliżeniu długości stycznych. Zaznacza się również początki i końce krzywych przejściowych, jeśli są one przewidziane w danym łuku.

Jednakże nawet przy starannym rysowaniu w skali, w bardziej złożonych układach geometrycznych powstaje często potrzeba, także w projekcie wstępnym, sprawdzenia obliczeniowego, czy elementy układu zmieszczą się w rozważanej konfiguracji.



12.49. Obliczenia współrzędnych punktów charakterystycznych drogi zwrotnicowej

Wartości funkcji trygonometrycznych dla najczęściej spotykanych kątów, przy rozwiązywaniu dróg zwrotnicowych z rozjazdami o skosie 1 : 9, o kącie $\alpha_r = 6°20' 24{,}69'' \approx 6°20' 25''$ Tablica 12–11

Kąt		sin	cos	tg
$\frac{1}{2}\alpha_r$	3°10′12″	0,05530	0,99847	0,05539
α_r	6°20′25″	0,11043	0,99388	0,11111
$1\frac{1}{2}\alpha_r$	9°30′37″	0,16522	0,98626	0,16753
$2\alpha_r$	12°40′49″	0,21951	0,97561	0,22500
$3\alpha_r$	19°01′14″	0,32591	0,94540	0,34473
$4\alpha_r$	25°21′39″	0,42832	0,90363	0,47400

430 **Charakterystyka programu i instrukcja dla użytkownika.**
Droga zwrotnicowa Tablica 12–12

Program: Droga zwrotnicowa	Maszyna: Commodore 64 Język: BASIC	Nr ewidencyjny: 4.1.
Autor: Maria Bałuch	Data zakończenia: 1986-01-10	Dziedzina: Układy geometryczne połączeń torów

1. Zadania programu

Program umożliwia zaprojektowanie drogi zwrotnicowej (por. załączony rys.), przy czym uzyskane rozwiązanie gwarantuje minimalną długość drogi zwrotnicowej w kierunku osi K.
Za pomocą programu można wyznaczyć:
— długość zaprojektowanych łuków,
— długość stycznych do łuków,
— odległości środka łuku od wierzchołka łuku,
— wartość kąta nachylenia drogi zwrotnicowej do osi K,
— długość drogi zwrotnicowej,
— długość wstawek $W2$, $W3$ i $L4$,
— współrzędne charakterystycznych punktów w układzie miejscowym KP i zasadniczym XY.
W oznaczeniach przyjęto zasadę, że wstawkę przed rozjazdem I określa się symbolem $W(I)$, a wstawkę przed łukiem I — symbolem $L(I)$.

2. Przedstawienie danych (sposób wprowadzania, oznaczenia, kolejność)

Wszystkie dane wprowadza się w systemie interakcyjnym.
Kolejność wprowadzania danych
$S(1)$, $P(1)$, $C(1)$, $N(1)$
$S(2)$, $P(2)$, $C(2)$, $N(2)$ } cechy projektowanych rozjazdów 1, 2, 3
$S(3)$, $P(3)$, $C(3)$, $N(3)$
gdzie:
S — odległość od styku przediglicowego do punktu matematycznego,
P — odległość od punktu matematycznego do końca rozjazdu po torze zasadniczym,
C — odległość od punktu matematycznego do końca rozjazdu po torze zwrotnym,
$L(1)$, $L(2)$, $L(3)$, W (MIN) — długość wstawek $L1$, $L2$, $L3$ oraz minimalna wymagana długość wstawki $W2$,
$R(1)$, $R(2)$, $R(3)$, $R(4)$ — promienie łuków 1, 2, 3 i 4,
$SS(1)$, $SS(2)$, $SS(3)$ — wymagane wielkości rozstawu torów,
L lub P — oznaczenie kierunku układu, tj. lewy czy prawy,
XS, YS, P — odcięta i rzędna początku układu (punktu S) w układzie XY oraz kąt obrotu (w rad) układu KP w stosunku do osi X.
Ponadto w dwóch miejscach użytkownik wprowadza odpowiedzi na pytania T/N (tak/nie) w odniesieniu do modułów, z których może, lecz nie musi korzystać. W przypadku prostej drogi zwrotnicowej należy wprowadzić wartości $R(I)$ równe zeru, a dla przyspieszenia obliczeń — w linii 1120 wprowadzić zapis FOR I = A1 TO A1.

3. Postać wyników, sposób poszukiwania najkorzystniejszego rozwiązania

Pierwszym wydrukiem jest wydruk długości łuku, stycznej oraz bisektora dla kolejnych zaprojektowanych łuków, jak również wartość kąta A∅, długość L(MIN) i długości wstawek $W(2)$, $W(3)$ i $L(4)$.

Następnie pojawia się pytanie, czy wyznaczyć współrzędne charakterystycznych punktów w układzie KP. Odpowiedź T (tak) wywołuje pytanie o kierunek układu. Po określeniu tego kierunku na monitorze pojawiają się współrzędne KP dla kolejnych punktów układu. Po tym wydruku następuje pytanie, czy wyznaczyć współrzędne charakterystycznych punktów w układzie *XY*. W przypadku odpowiedzi *T* należy wprowadzić wartości *XS*, *YS*, *B*, po czym jest wyprowadzana tablica tych współrzędnych.

Jeżeli przy wprowadzonych danych geometrycznych otrzymuje się rozwiązanie, w którym *W*(2) jest mniejsze od *W*(MIN), to na ekranie monitora pojawia się uwaga, że „przy zadanych parametrach układ nie ma rozwiązania".

4. Ograniczenia (dokładność, liczba danych)

Program nie zawiera żadnych ograniczeń

5. Program i maszyna

5.1. Używane procedury biblioteczne (Nr, tytuł)

5.2. Urządzenia wejścia — wyjścia:

WE — klawiatura

WY — monitor

5.3. Czas obliczeń:

Pierwszy wydruk na monitorze pojawia się po około 1,5 min, następne — natychmiast po wprowadzeniu przez użytkownika odpowiedzi lub danych.

5.4. Przebieg programu

Po zatrzymaniu się jednego fragmentu programu na monitorze (tj. po zniknięciu kursora), przechodzi się do następnego poprzez wciśnięcie dowolnego przycisku

6. Metoda rozwiązania problemu

Rozwiązanie jest poszukiwane metodą iteracyjną, poprzez zmianę kąta A∅ w zakresie od A1 do A1+29° co 10′. Uzyskane długości wstawek *W*2, *W*3 i *L*4 odpowiadają takiemu kątowi A∅, przy którym otrzymuje się minimalną długość drogi zwrotnicowej *L*(MIN) w kierunku osi *K*.

Na rysunku 12.49 przedstawiono przykład obliczeń dla drogi zwrotnicowej pod kątem $2\alpha_r$ — tej samej, którą pokazano na rysunku 12.45*a*.

Podstawowym sposobem obliczeń jest rzutowanie interesujących projektanta odcinków w drodze zwrotnicowej na osie: pionowe *Y* lub poziome *X*. W tworzonych trójkątach prostokątnych długości boków są związane funkcjami trygonometrycznymi kątów. Zwykle wartość kątów jest znana (tabl. 12–11) równa kątom rozjazdów lub ich wielokrotności, zaś długości pewnych boków lub ich części też są znane — jako założone (np. rozstawy torów, długości rozjazdów), zaś inne boki lub ich części poszukiwane (np. długości po osi *X* pomiędzy punktami matematycznymi rozjazdów lub wierzchołkami łuków; długości odcinków toru, które muszą być większe niż wymagane wstawki proste).

Nie istnieją jednolite reguły postępowania, lecz treść i kolejność zadań określa projektant zależnie od potrzeb i własnej inwencji.

Zaleca się równoczesne wykonywanie obliczeń i rysowanie układu w skali, gdyż wówczas łatwo można wykryć popełnione błędy i dostrzec pojawiające się pytania.

Obecnie do obliczania dróg zwrotnicowych stosuje się również programy optymalizacyjne.

PROGRAM WYDRUKU [15]

```
10 REM ******************
20 REM *                  *
30 REM *      DROGA       *
40 REM *  ZWROTNICOWA     *
50 REM *       4.1.       *
60 REM ******************
70 REM
1005 DIM M(28,2):DIM Z(28,2)
1010 DIM W2(174):DIM W3(174)
1015 DIM L4(174):DIM L(174)
1020 DEF FNZ(A)=INT(A/0.001+0.5)*0.001
1025 PRINT"S(1),P(1),C(1),N(1)"
1030 INPUT S1,P1,C1,N1
1035 PRINT
1040 PRINT"S(2),P(2),C(2),N(2)"
1045 INPUT S2,P2,C2,N2
1050 PRINT
1055 PRINT"S(3),P(3),C(3),N(3)"
1060 INPUT S3,P3,C3,N3
1065 PRINT
1070 PRINT"L(1),L(2),L(3),W(MIN)"
1075 INPUT L1,L2,L3,WM
1080 PRINT
1085 PRINT"R(1),R(2),R(3),R(4)"
1090 INPUT R1,R2,R3,R4
1095 PRINT
1100 PRINT"SS(1),SS(2),SS(3)"
1105 INPUT Q1,Q2,Q3
1110 A1=ATN(1/N1):A2=ATN(1/N2)
1115 A3=ATN(1/N3):L0=1000:W2=0
1120 FOR I=1 TO 174
1125 A=I*π/1000+A1
1130 TA=R1*TAN((A-A1)/2)
1135 TB=R2*TAN((A-A2)/2)
1140 TC=R3*TAN((A-A3)/2)
1145 TD=R4*TAN(A/2)
1150 D1=(C1+L1+TA)*SIN(A1)+(TA+S2)*SIN(A)
1155 D2=(C2+L2+TB)*SIN(A-A2)
1160 W2(I)=1/SIN(A)*(Q1-D1-D2)
1165 IF W2(I)<WM THEN 1230
1170 D1=D1+(W2(I)+P2+S3)*SIN(A)
1175 D2=(C3+L3+TC)*SIN(A-A3)
1180 W3(I)=1/SIN(A)*(Q1+Q2-D1-D2)
1185 D1=D1+(W3(I)+P3+TD)*SIN(A)
1190 L4(I)=1/SIN(A)*(Q1+Q2+Q3-D1)
1195 L(I)=(W2(I)+W3(I)+L4(I))*COS(A)
1200 L(I)=L(I)+S1+TD+(C1+L1+TA)*COS(A1)
1205 L(I)=L(I)+(TA+B2+P2+S3+P3+TD)*COS(A)
1210 IFL(I)>L0 THEN 1230
1215 L0=L(I):A0=A
1220 W2=W2(I):W3=W3(I):L4=L4(I)
1225 T1=TA:T2=TB:T3=TC:T4=TD
1230 NEXT I
1235 IF W2<WM THEN 1945
1240 Q1=R1/COS((A0-A1)/2)-R1
1245 Q2=R2/COS((A0-A2)/2)-R2
1250 Q3=R3/COS((A0-A3)/2)-R3
1255 Q4=R4/COS(A0/2)-R4
1260 K1=R1*(A0-A1):K2=R2*(A0-A2)
1265 K3=R3*(A0-A3):K4=R4*A0
1270 PRINT
1275 PRINT
1280 PRINT"LUK"TAB(8)"K(M)"TAB(20)"T(M)"TAB(32)"QV(M)"
1285 PRINT
1290 PRINT TAB(1)"1"TAB(7)FNZ(K1);TAB(19)FNZ(T1);TAB(32)FNZ(Q1)
1295 PRINT TAB(1)"2"TAB(7)FNZ(K2);TAB(19)FNZ(T2);TAB(32)FNZ(Q2)
1300 PRINT TAB(1)"3"TAB(7)FNZ(K3);TAB(19)FNZ(T3);TAB(32)FNZ(Q3)
1305 PRINT TAB(1)"4"TAB(7)FNZ(K4);TAB(19)FNZ(T4);TAB(32)FNZ(Q4)
1310 PRINT
1315 PRINT
1320 PRINT"WSTAWKA"TAB(15)"DLUGOSC"
1325 PRINT
1330 PRINT TAB(1)"W(2)"TAB(15)FNZ(W2)
1335 PRINT TAB(1)"W(3)"TAB(15)FNZ(W3)
1340 PRINT TAB(1)"L(4)"TAB(15)FNZ(L4)
1341 PRINT
1342 PRINT"A0=";A0;"RAD"TAB(20)"L(MIN)="FNZ(L0)"(M)"
1345 GET P$:IF P$=""THEN 1345
1350 PRINT
1355 PRINT
1360 A=A0:E1=A-A1:E2=A-A2:E3=A-A3
1365 SA=SIN(A):CA=COS(A)
1370 SE(1)=SIN(E1):CE(1)=COS(E1)
1375 SE(2)=SIN(E2):CE(2)=COS(E2)
1380 SE(3)=SIN(E3):CE(3)=COS(E3)
1385 M(1,1)=0:M(1,2)=0:M(2,1)=S1
1390 M(2,2)=0:M(3,1)=S1+P1:M(3,2)=0
1395 M(4,1)=S1+C1*COS(A1)
1400 M(4,2)=C1*SIN(A1)
1405 M(5,1)=M(4,1)+L1*COS(A1)
1410 M(5,2)=M(4,2)+L1*SIN(A1)
1415 M(6,1)=M(5,1)+T1*COS(A1)
1420 M(6,2)=M(5,2)+T1*SIN(A1)
1425 M(7,1)=M(6,1)-Q1*SIN(E1/2)
1430 M(7,2)=M(6,2)+Q1*COS(E1/2)
1435 M(8,1)=M(6,1)+T1*CA
1440 M(8,2)=M(6,2)+T1*SA
```

```
1445 M(9,1)=M(8,1)+W2*CA
1450 M(9,2)=M(8,2)+W2*SA
1455 M(10,1)=M(9,1)+S2*CA
1460 M(10,2)=M(9,2)+S2*SA
1465 M(11,1)=M(10,1)+C2*CE(2)
1470 M(11,2)=M(10,2)+C2*SE(2)
1475 M(12,1)=M(10,1)+P2*CA
1480 M(12,2)=M(10,2)+P2*SA
1485 M(13,1)=M(11,1)+L2*CE(2)
1490 M(13,2)=M(11,2)+L2*SE(2)
1495 M(14,1)=M(13,1)+T2*CE(2)
1500 M(14,2)=M(13,2)+T2*SE(2)
1505 M(15,1)=M(14,1)+Q2*SIN(E2/2)
1510 M(15,2)=M(14,2)-Q2*COS(E2/2)
1515 M(16,1)=M(14,1)+T2
1520 M(16,2)=M(14,2)
1525 M(17,1)=M(12,1)+W3*CA
1530 M(17,2)=M(12,2)+W3*SA
1535 M(18,1)=M(17,1)+S3*CA
1540 M(18,2)=M(17,2)+S3*SA
1545 M(19,1)=M(18,1)+C3*CE(3)
1550 M(19,2)=M(18,2)+C3*SE(3)
1555 M(20,1)=M(18,1)+P3*CA
1560 M(20,2)=M(18,2)+P3*SA
1565 M(21,1)=M(19,1)+L3*CE(3)
1570 M(21,2)=M(19,2)+L3*SE(3)
1575 M(22,1)=M(21,1)+T3*CE(3)
1580 M(22,2)=M(21,2)+T3*SE(3)
1585 M(23,1)=M(22,1)+Q3*SIN(E3/2)
1590 M(23,2)=M(22,2)-Q3*COS(E3/2)
1595 M(24,1)=M(22,1)+T3
1600 M(24,2)=M(22,2)
1605 M(25,1)=M(20,1)+L4*CA
1610 M(25,2)=M(20,2)+L4*SA
1615 M(26,1)=M(25,1)+T4*CA
1620 M(26,2)=M(25,2)+T4*SA
1625 M(27,1)=M(26,1)+Q4*SIN(A/2)
1630 M(27,2)=M(26,2)-Q4*COS(A/2)
1635 M(28,1)=M(26,1)+T4
1640 M(28,2)=M(26,2)
1645 PRINT"WYZNACZYC WSPOLRZEDNE KP(T/N)"
1650 INPUT A$
1655 IF A$="T"THEN 1670
1660 IF A$="N"THEN 1935
1665 GOTO1645
1670 PRINT
1675 PRINT"UKLAD LEWY CZY PRAWY(L/P)".
1680 INPUT E$
1685 IF E$="L"THEN 1700
1690 IF E$="P"THEN 1710
1695 GOTO 1675
1700 J=1
1705 GOTO 1715
1710 J=-1
1715 PRINT
1720 PRINT TAB(12)"WSPOLRZEDNE KP"
1725 PRINT
1730 PRINT"PUNKT"TAB(13)"K"TAB(27)"P"
1735 FOR I=1 TO 14
1740 M1=M(I,1):M1=FNZ(M1)
1745 M2=J*M(I,2):M2=FNZ(M2)
1750 PRINT TAB(2)I;TAB(10)M1;TAB(24)M2
1755 NEXT I
1760 GET R$:IF R$=""THEN 1760
1765 FOR I=15 TO 28
1770 M1=M(I,1):M1=FNZ(M1)
1775 M2=J*M(I,2):M2=FNZ(M2)
1780 PRINT TAB(2)I;TAB(10)M1;TAB(24)M2
1785 NEXT I
1790 GET S$:IF S$=""THEN 1790
1795 PRINT
1800 PRINT"WYZNACZYC WSPOLRZEDNE XY(T/N)";
1805 INPUT B$
1810 IF B$="T"THEN 1825
1815 IF B$="N"THEN 1935
1820 GOTO 1800
1825 PRINT"PODAJ XS,YS,B"
1830 INPUT XS,YS,B
1835 S=SIN(B):C=COS(B)
1840 PRINT
1845 PRINT TAB(12)"WSPOLRZEDNE XY"
1850 PRINT
1855 PRINT"PUNKT"TAB(13)"X"TAB(27)"Y"
1860 PRINT
1865 FOR I=1 TO 14
1870 M1=M(I,1):M2=J*M(I,2)
1875 Z1=M1*C-M2*S+XS:Z2=M1*S+M2*C+YS
1880 Z1=FNZ(Z1):Z2=FNZ(Z2)
1885 PRINT TAB(2)I;TAB(10)Z1;TAB(24)Z2
1890 NEXT I
1895 GET X$:IF X$=""THEN 1895
1900 FOR I=15 TO 28
1905 M1=M(I,1):M2=J*M(I,2)
1910 Z1=M1*C-M2*S+XS:Z2=M1*S+M2*C+YS
1915 Z1=FNZ(Z1):Z2=FNZ(Z2)
1920 PRINT TAB(2)I;TAB(10)Z1;TAB(24)Z2
1925 NEXT I
1930 PRINT
1935 PRINT"DZIEKUJE, KONIEC OBLICZEN"
1940 GOTO 1955
1945 PRINT"PRZY ZADANYCH PARAMETRACH"
1950 PRINT"UKLAD NIE MA ROZWIAZANIA"
1955 END
```

Tablica 12-14

WYDRUK OBLICZEŃ SKRÓCONEJ DROGI ZWROTNICOWEJ [14]

```
S(1),P(1),C(1),N(1)
? 10.523, 16.615, 16.615,9

S(2),P(2),C(2),N(2)
? 10.523, 16.615, 16.615,9

S(3),P(3),C(3),N(3)
? 10.523, 16.615, 16.615,9

L(1),L(2),L(3),W(MIN)
? 3,3,3,6

R(1),R(2),R(3),R(4)
? 180,180,180,180

SS(1),SS(2),SS(3)
? 4.75, 4.5, 4.5
```

LUK	K(M)	T(M)	QV(M)
1	2.34	1.17	4E-03
2	2.34	1.17	4E-03
3	2.34	1.17	4E-03
4	22.258	11.143	.345

A0= .124 (RAD) L(MIN)= 134.484(M)

WSTAWKA	DŁUGOŚĆ
W(2)	6.018
W(3)	9.346
L(4)	10.916

```
WYZNACZYC WSPOLRZEDNE KP(T/N)? T
UKLAD LEWY CZY PRAWY(L/P)? L
```

WSPÓLRZĘDNE KP

PUNKT	K	P
1	0	0
2	10.523	0
3	27.138	0
4	27.036	1.835
5	30.018	2.166
6	31.181	2.295
7	31.181	2.299
8	32.342	2.44
9	38.314	3.182
10	48.756	4.48
11	65.37	4.696
12	65.245	6.529
13	68.37	4.735
14	69.54	4.75
15	69.54	4.746
16	70.71	4.75
17	74.519	7.682
18	84.962	8.98
19	101.575	9.196
20	101.45	11.029
21	104.575	9.235
22	105.745	9.25
23	105.745	9.246
24	106.915	9.25
25	112.283	12.376
26	123.341	13.75
27	123.362	13.406
28	134.484	13.75

```
WYZNACZYC WSPOLRZEDNE XY(T/N)? T
PODAJ XS,YS,B
? 273.6, 38.262,.1744
```

WSPOLRZĘDNE XY

PUNKT	X	Y
1	273.6	38.262
2	283.963	40.088
3	300.326	42.971
4	299.908	44.76
5	302.787	45.604
6	303.91	45.933
7	303.909	45.937
8	305.028	46.277
9	310.78	48.044
10	320.839	51.134
11	337.164	54.229
12	336.722	56.013
13	340.111	54.788
14	341.261	55.006
15	341.261	55.003
16	342.413	55.209
17	345.656	58.758
18	355.715	61.848
19	372.039	64.943
20	371.597	66.727
21	374.986	65.502
22	376.136	65.72
23	376.136	65.717
24	377.288	65.923
25	382.032	69.933
26	392.684	73.205
27	392.765	72.87
28	403.658	75.139

DZIĘKUJĘ, KONIEC OBLICZEŃ

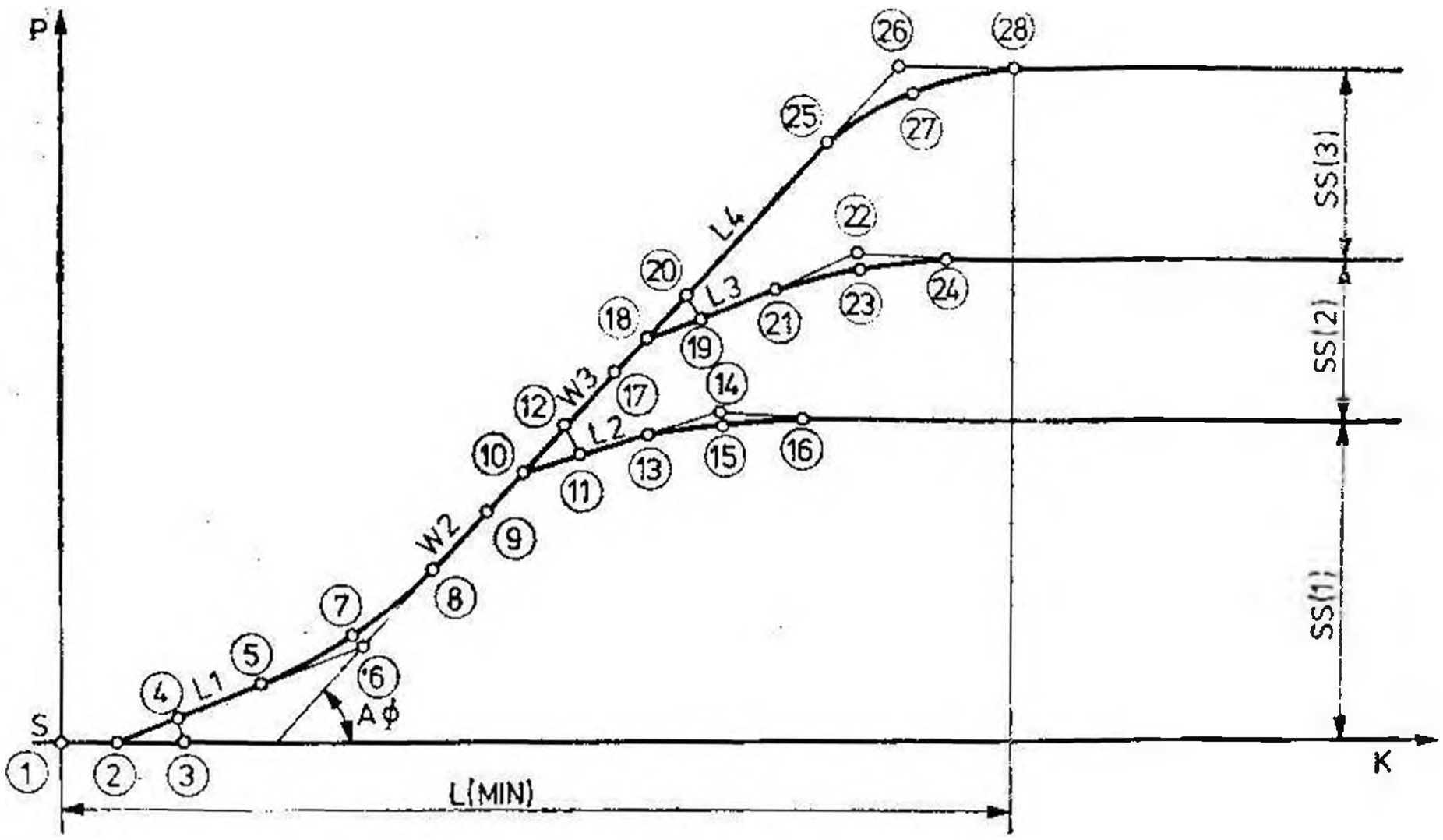
Tablica 12-15

FRAGMENT WYDRUKU OBLICZEŃ
PROSTEJ DROGI ZWROTNICOWEJ
DANE ANALOGICZNE JAK W TABLICY 12-14 [14]

LUK	K(M)	T(M)	QV(M)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	19.918	9.969	. 276

A0 = .111(RAD) L(MIN)= 144.242(M)

WSTAWKA	DLUGOSC
W(2)	12.875
W(3)	13.611
L(4)	14.165



12.50. Rysunek układu jednostkowego [14]

W tablicach 12–12 – 12–15 [14] podano (bez dodatkowych wyprowadzeń) instrukcję, wydruk programu i przykłady obliczeń skróconej drogi zwrotnicowej. Autorka optymalizacji tego rozwiązania — Maria Bałuch — zastosowała w programie metodą iteracyjną. Metoda ta polega na stopniowym odchyleniu drogi zwrotnicowej poprzez jej obrót w punkcie 6 (rys. 12.50) [14] od skosu rozjazdu 1 w stałych odstępach co 10′, aż do kąta odpowiadającego w przybliżeniu trzykrotnej wartości tego samego rozjazdu. Spośród wszystkich wyników obliczeń zostaje wybrany ten, który daje najmniejszą odległość od styku przediglicowego pierwszego rozjazdu (punkt 1) do końca łuku w torze

rdzennym drogi zwrotnicowej (punkt 28). Z wydruku obliczeń (tabl. 12–14) wynika, że rozwiązanie optymalne przy założeniach zmiennych decyzyjnych i wielkościach stałych uzyskuje się przy kącie A∅ = 0,124 rad. Kąt zwrotu wynosi w tym przypadku 0,124–0,1111 = 0,0129 rad (44'19'). Długość łuku odchylającego wynosi tu zaledwie 2,34 m, a jego strzałka 4 mm.

12.10.10. Rozwiązania dróg w rejonie stacji kolejowej

Klasyfikacja dróg według ich funkcji jest przedstawiona na rysunku 12.51. Podstawowe parametry dróg samochodowych pokazano w tablicy 12–16 i 12–17.

W rejonie stacji kolejowej mamy zwykle do czynienia z trzema rodzajami dróg:

— z drogami publicznymi, które krzyżują układ torów lub biegną do niego równolegle — są to albo drogi zamiejskie, albo — częściej — ulice;

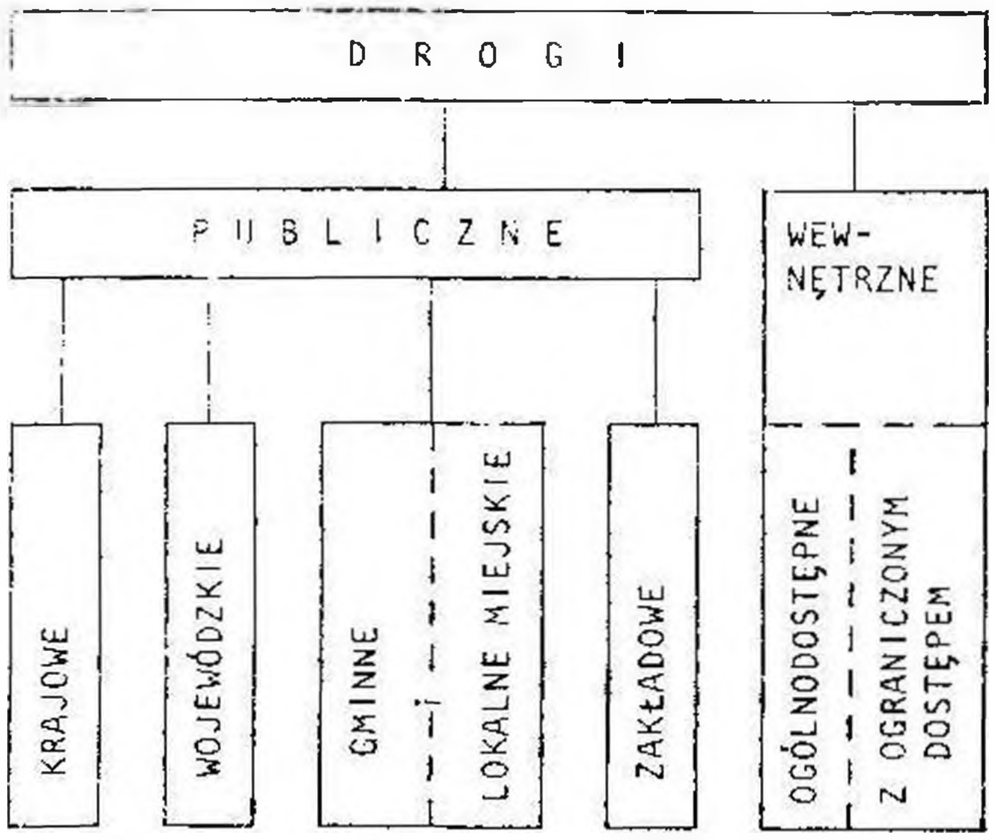
— z drogami publicznymi o statusie „dróg zakładowych", którymi są place przeddworcowe i dojazdy do torów ładunkowych ogólnodostępnych;

— z drogami wewnętrznymi PKP na terenie stacji, które nie są dostępne dla ogólnego ruchu, lecz służą wyłącznie do doprowadzenia pojazdów służbowych do określonych miejsc stacji (wozów straży pożarnej, Policji i SOK, pogotowia ratunkowego, pogotowia technicznego, pojazdów z zaopatrzeniem i do wywozu śmieci, pojazdów do przewozu personelu).

Zgodnie z zasadami nowoczesnego projektowania drogi publiczne powinny krzyżować układ torowy projektowanej stacji wyłącznie w różnych poziomach. W związku z tym pominięto w książce problematykę dotyczącą przejazdów dróg kołowych przez tory kolejowe usytuowanych w poziomie szyn.

W rejonie stacji węzłowej, położonej zazwyczaj w sąsiedztwie miasta średniej wielkości, należy liczyć się, z wystąpieniem różnopoziomego skrzyżowania stacji z drogą III klasy lub ulica klasy G.

W celu skrócenia wiaduktu oraz zapewnienia dobrej widoczności na stacji zmierza się do lokalizacji skrzyżowania różnopoziomowego raczej na podejściach do stacji oraz stosowania kąta skrzyżowania zbliżonego do 90°.



12.51. Klasyfikacja dróg według ich funkcji

Podstawowe parametry dróg samochodowych
(w nawiasach parametry dopuszczone w trudnych warunkach) Tablica 12–16

Klasa			Prędkość projektowa v_p km/h	Liczba jezdni X Liczba pasów ruchu	Szerokość pasa ruchu m	Szerokość korony drogi m	Promienie łuków: poziomych m	Promienie łuków: Pionowych wypukłych m	Promienie łuków: Pionowych wklęsłych m	Pochylenie podłużne: ↗ %	Pochylenie podłużne: ↘ %
Drogi szybkiego ruchu	I	Autostrada	120	2×4	3,75	Zależy od liczby pasów ruchu (szerokość pasa dzielącego 350–400)	1000 (700)	25 000 (12 000)	10 000 (4 500)	5 5	5 5
			100	2×4	3,50		750 (500)	12 000 (6 000)	5 000 (3 000)	5	6
	II	Droga Ekspresowa	120	2×4	3,75		1000 (700)	25 000 (12 000)	10 000 4 500)	4	5
			100	2×2	3,50		750 (500	12 000 (6 000)	5 000 (3 000)	5	6
			80	2×2	3,50		500 (400)	(6 000 (3 000)	3 000 (2 000)	6	6
Drogi normalnego ruchu w terenie:	III	płaskim	100	1×2*)	3,50	12,0	1000 (750)	10 000	5 000	5	
		falistym	80				700 (500)	5 000	3 000	6	
		górskim	70 (60)				500 (350)	3 500	2 500	6,5	
	IV	płaskim	70	1×2	3,00	10,0	500 (350)	3 500	2 500	6,5	
		falistym	60				350 (250)	2 500	2 000	7	
		górskim	50				250 (150)	2 000	1 500	8	
	V	płaskim	60	1×2	2,75	8,0	350 (250)	2 500	2 000	7	
		falistym	50				250 (150)	2 000	1 500	8	
		górskim	40 (30)				150 (90)	1 500 (1 000)	1 000 (500)	9 (12)	

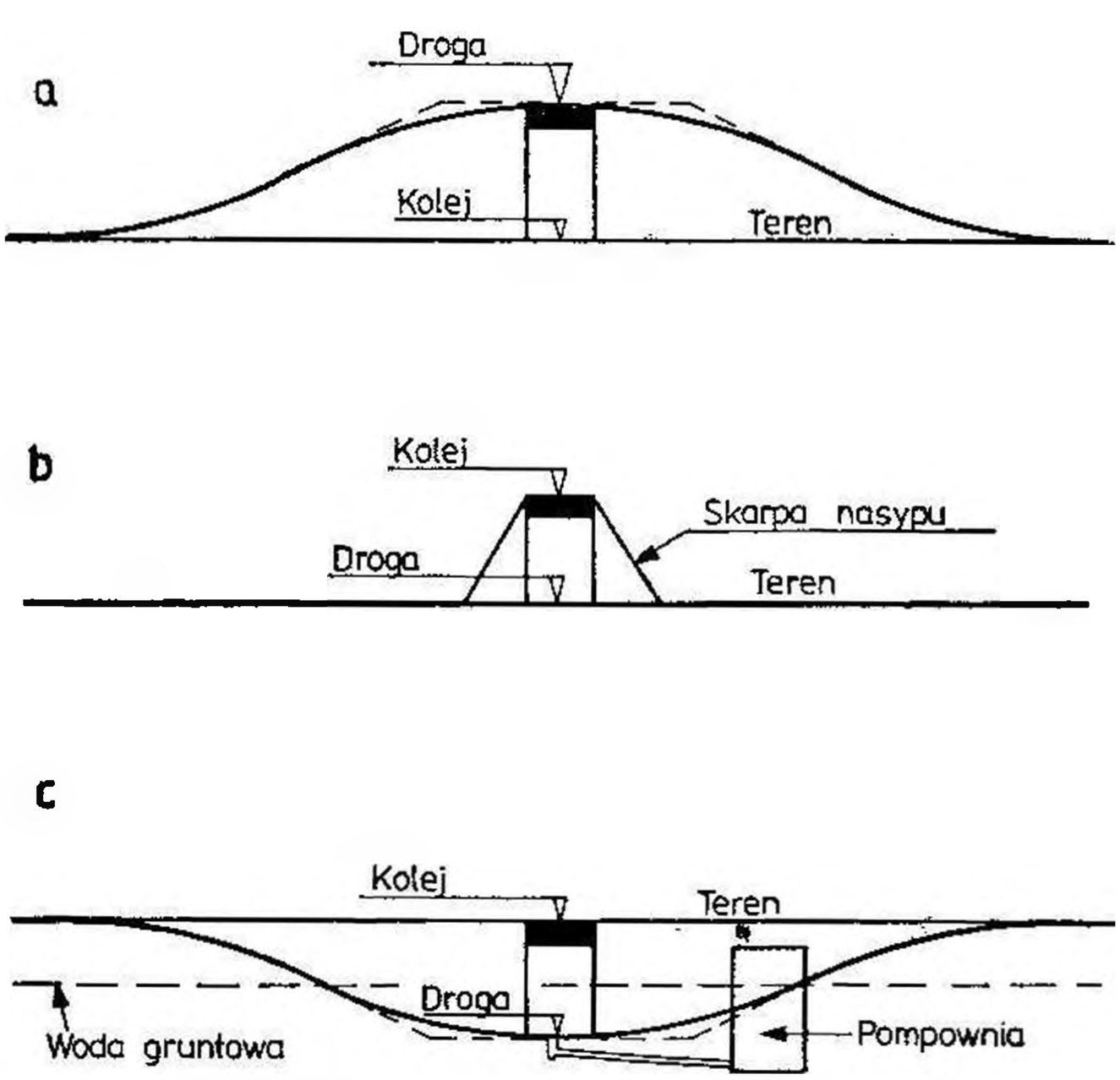
*) Istnieją również drogi III klasy dwujezdniowe (2×2)

Podstawowe parametry ulic i dróg wewnętrznych
(w nawiasach podano parametry dopuszczane w trudnych warunkach) Tablica 12–17

	Klasa		Prędkość projektowa v_p	Liczba jezdni X liczba pasów ruchu	Szerokość pasa ruchu	Szerokość w liniach rozgraniczających	Promienie łuków			Pochylenia podłużne
							poziomych	pionowych		
								wypukłych	wklęsłych	
			km/h		m	m	m	m	m	%
Układ podstawowy	**E**	Ulica ekspresowa	100	2×3 lub 2×2	3,75	określa się indywidualnie	750 (500)	13 000 (7 000)	4000 (2000)	3 (5)
			80		3,50		450 (300)	6 000 (3 000)	2000 (1000)	
			70		3,50		300 (200)	4 000 (2 000)	1500 (800)	3 (6)
	G	Ulica Główna	70	2×3 2×2 lub 1×4 1×2	3,50	50 (35)	300 (200)	4 000 (2 000)	1500 (800)	5 (7)
			60				200 (125)	2 500 (1 300)	1000 (600)	
	Z	Ulica Zbiorcza	60	2×2 1×4 1×2	3,50	45 (35)	200 (125)	2 500 (1 300)	1000 (600)	5 (8)
Układ obsługowy	**L**	Ulica Lokalna	40	1×2	3,50 (3,00) (2,50)	25	75 (50)	800 (450)	500 (250)	7 (9)
	D	Ulica Dojazdowa	20	1×2 1×1 *)	3,00 (250) 3,50	15	15 (10)	400 (200)	300 (150)	7 (12)
Drogi wewnętrzne		typ **A**	50	1×2	3,50 (3,00)	nie określa się	75 (30)	1 000 (400)	400 (150)	8
		typ **B**	40	1×2 1×1	3,50 (30) 3,50		50 (20)	600 (300)	250 (150)	9
		typ **C**	30	1×2 1×1 *)	3,50 (30) 3,50		30 (15)	300 (200)	150 (100)	12
	dla wózków	Spalinowych	20	1×2 lub 1×1	2,50 (2,00)		5	100	50	8 (12)
		Akumulatorowych	10							4 (5)

*) Drogi jednopasmowe z mijankami co max. 100—120 m dopuszcza się przy natężeniu ruchu do 50 poj./h.

Jeżeli równia stacyjna jest ułożona mniej więcej w poziomie terenu (rys. 12.52*a*) — preferowanym rozwiązaniem skrzyżowania różnopoziomowego drogi z torami jest wiadukt drogowy — „droga górą", rzędna jezdni ok. 7–7,5 m nad główką szyny. Takie rozwiązanie zapewnia dobre odwodnienie drogi oraz ułatwia budowę wiaduktu. Dla umieszczenia podpór wiaduktu co 15–18 m (co 2–3 tory) należy przewidzieć rozstaw torów ok. 6 do 7 m.



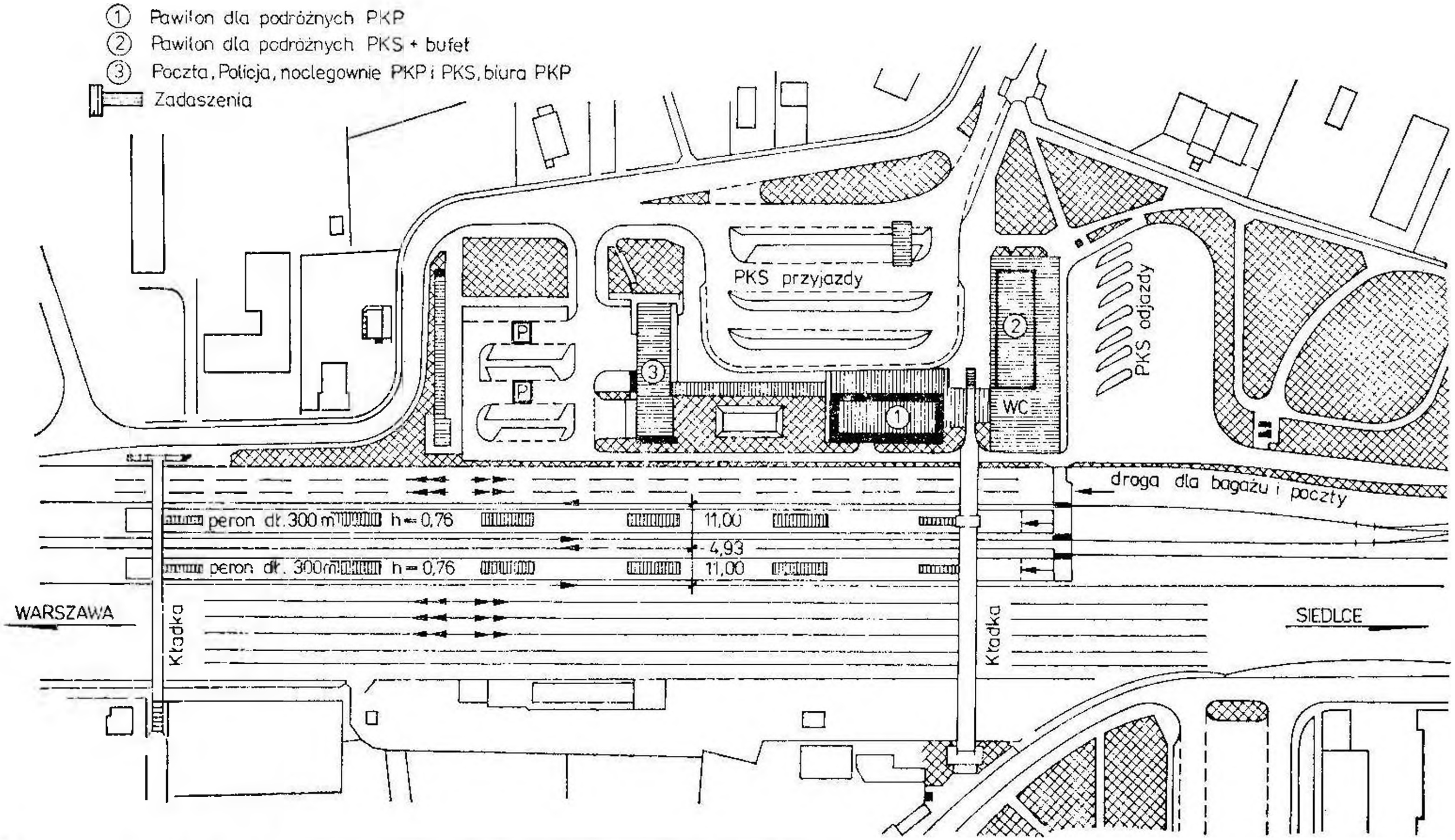
12.52. Warianty wysokościowe skrzyżowań różnopoziomowych dróg z torami kolejowymi
a — rozwiązanie zalecane, *b* — dopuszczalne, *c* — nie zalecane

Rozwiązanie wiaduktu kolejowego — „kolej górną", rządna główki szyny ok. 6 m nad jezdnią (rys. 12.52*b*) zaleca się tylko w wyjątkowym przypadku, gdy równia stacyjna znajduje się na kilkumetrowym nasypie, zaś jezdnia znajduje się w pobliżu poziomu terenu oraz zapewniony jest grawitacyjny odpływ wód opadowych z jezdni do kanalizacji (bez pompowni).

Nie zaleca się — pomimo mniejszej wysokości samego wiaduktu kolei nad drogą niż drogi nad koleją — rozwiązania „kolej górą", gdy rzędna równi stacyjnej jest zbliżona do poziomu terenu (rys. 12.52*c*). Wówczas droga musi być bowiem w głębokim ok. 6 m wykopie, a więc z reguły poniżej poziomu wód gruntowych, co utrudnia i podraża budowę.

W profilu podłużnym drogi powstaje niecka, której odwodnienie będzie wymagało bardzo głęboko usytuowanych kolektorów. Z reguły nieodzowna staje się budowa pompowni, co stwarza układ zawodny oraz podraża inwestycję i eksploatację.

Od drogi krzyżującej się prostopadle z równią stacyjną (lub podejście do stacji) — odgałęziają się zazwyczaj drogi równoległe do układu torowego. Na ogół węzły (skrzyżo-



12.53. Sytuacja zespołu dworcowego PKS i PKP w Mińsku Mazowieckim [9]

wania) drogowe muszą być odsunięte od torów na odległość, która umożliwia uzyskanie odpowiedniej różnicy wysokości potrzebnej do wprowadzenia drogi na wiadukt. Są to często odległości rzędu 200 m (zależnie od ukształtowania terenu i wzniesienia wysokościowego dróg).

Droga po tej stronie stacji, po której znajduje się budynek dworca, jest na ogół ulicą klasy Z lub L.

Dworce na stacjach kolejowych węzłowych z reguły są rozwiązywane jako wspólne dworce PKP/PKS — co stwarza pasażerom dogodne warunki przesiadania się oraz obniża koszty zaplecza gastronomicznego, sanitarnego itp.

Plac przed takim dworcem musi być dostosowany do przyjęcia znacznego ruchu zarówno autobusów PKS jak i komunikacji miejskiej. Przykład zespołu dworcowego PKP/PKS wraz z rozwiązaniem dróg i placów przedstawiono na rysunku 12.53.

Narożniki placów i ulic wyokrągla się łukami o promieniu $r = 10$ do 15 m.

Drogi dojazdowe do torów ładunkowych ogólnodostępnych projektuje się jako ulice klasy L lub drogi klasy V. Powinny one przebiegać tak, aby wykluczyć przejazdy przez tory główne zasadnicze i dodatkowe w poziomie szyn. Drogi te prowadzi się więc po tej stronie układu torowego stacji, po której ulokowano tory ładunkowe — najczęściej po stronie przeciwnej do usytuowania dworca.

Przejazdy dróg dojazdowych przez boczne tory stacyjne też są niepożądane, lecz w wyjątkowo uzasadnionych przypadkach mogą być dopuszczone — jednak kąt takiego skrzyżowania powinien wynosić minimum 60°.

Plac przy torze ładunkowym powinien mieć szerokość minimum 16 m, ze względu na umożliwienie ustawienia na nim samochodów tyłem do wagonu i konieczność pozostawienie przejazdu. Plac między dwoma torami ładunkowymi powinien mieć szerokość minimum 32 m. Minimalny promień skrętu dużego samochodu ciężarowego wynosi 15 m, należy więc przewidzieć miejsce potrzebne do ich zawracania o szerokości ok. 35 m.

Drogi wewnętrzne PKP dostępne tylko dla pojazdów służbowych powinny być doprowadzone do wszystkich budynków na stacji.

Drogi przeciwpożarowe równoległe do torów powinny obejmować układ torowy stacji z obu stron oraz być wprowadzone pomiędzy tory, jeśli grupa torów jest szersza niż 100 m.

Zaleca się stosowanie dróg dwupasmowych szerokości 6 m, dopuszcza się drogi jednopasmowe o szerokości 4,5 m. Wymiar szerokości drogi jednopasmowej na stacjach kolejowych min. 4,5 m wynika z przepisów ochrony ppoż. i umożliwia swobodne poruszanie się oraz prowadzenie akcji wozu bojowego straży pożarnej. Drogi „ślepe" (np. przy budynkach) powinny być zakończone placem do zawracania min. 20×20 m.

Dopuszcza się przejazdy dróg służbowych w poziomie szyn przez tory główne i boczne (należy jednak unikać ich) — z kątami skrzyżowania min. 60°.

Drogi dla wózków akumulatorowych służą do dowozu bagażu i poczty z dworca na perony. Stosuje się je również na grupach torów postojowych, a także przyjazdowych i odjazdowych na stacjach rozrządowych, łączące z międzytorzami utwardzonymi (przy rozstawie torów 6,00 lub lepiej 6,50 m).

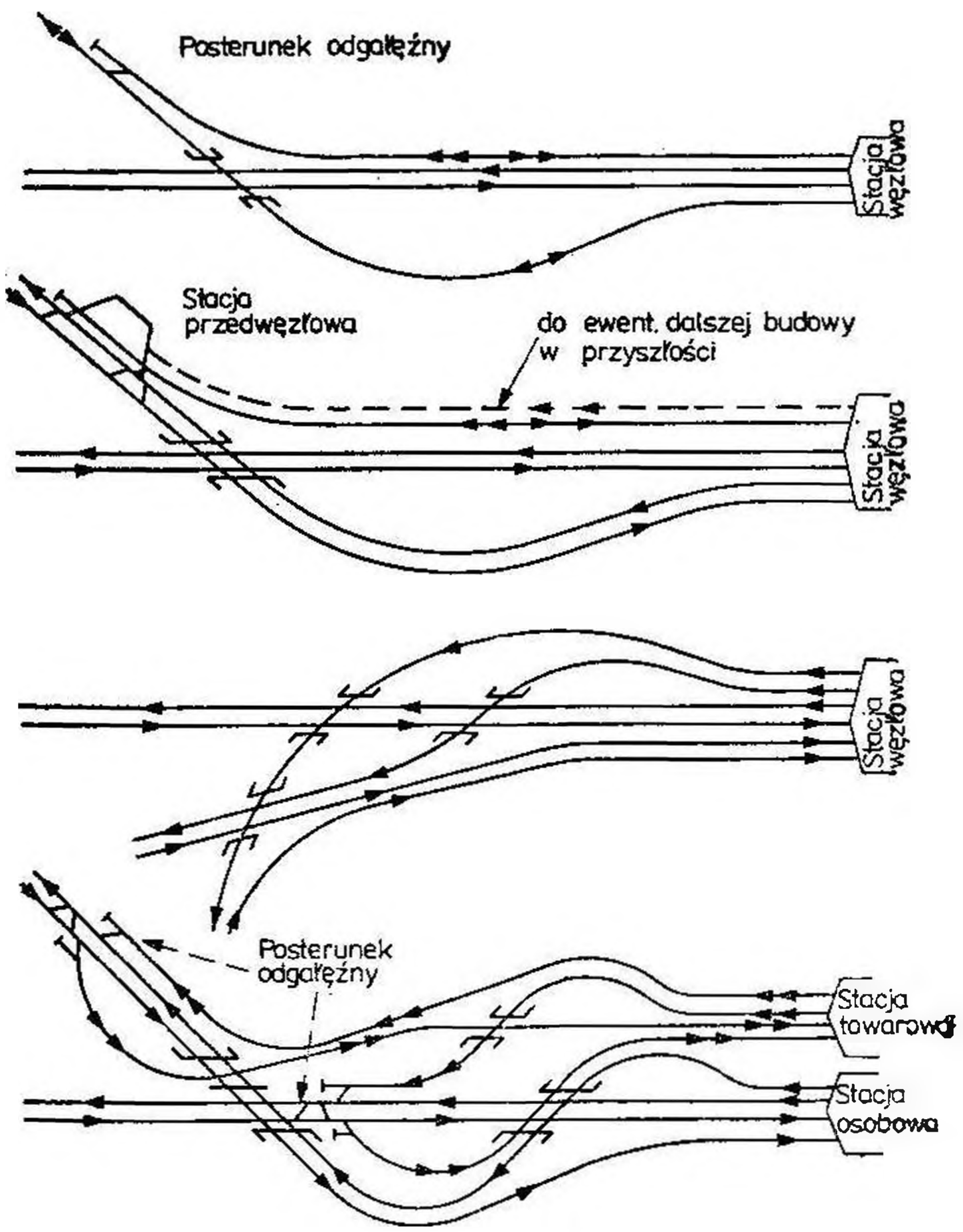
12.11. Podejścia linii kolejowych do stacji

12.11.1. Rozploty podejść do stacji węzłowych

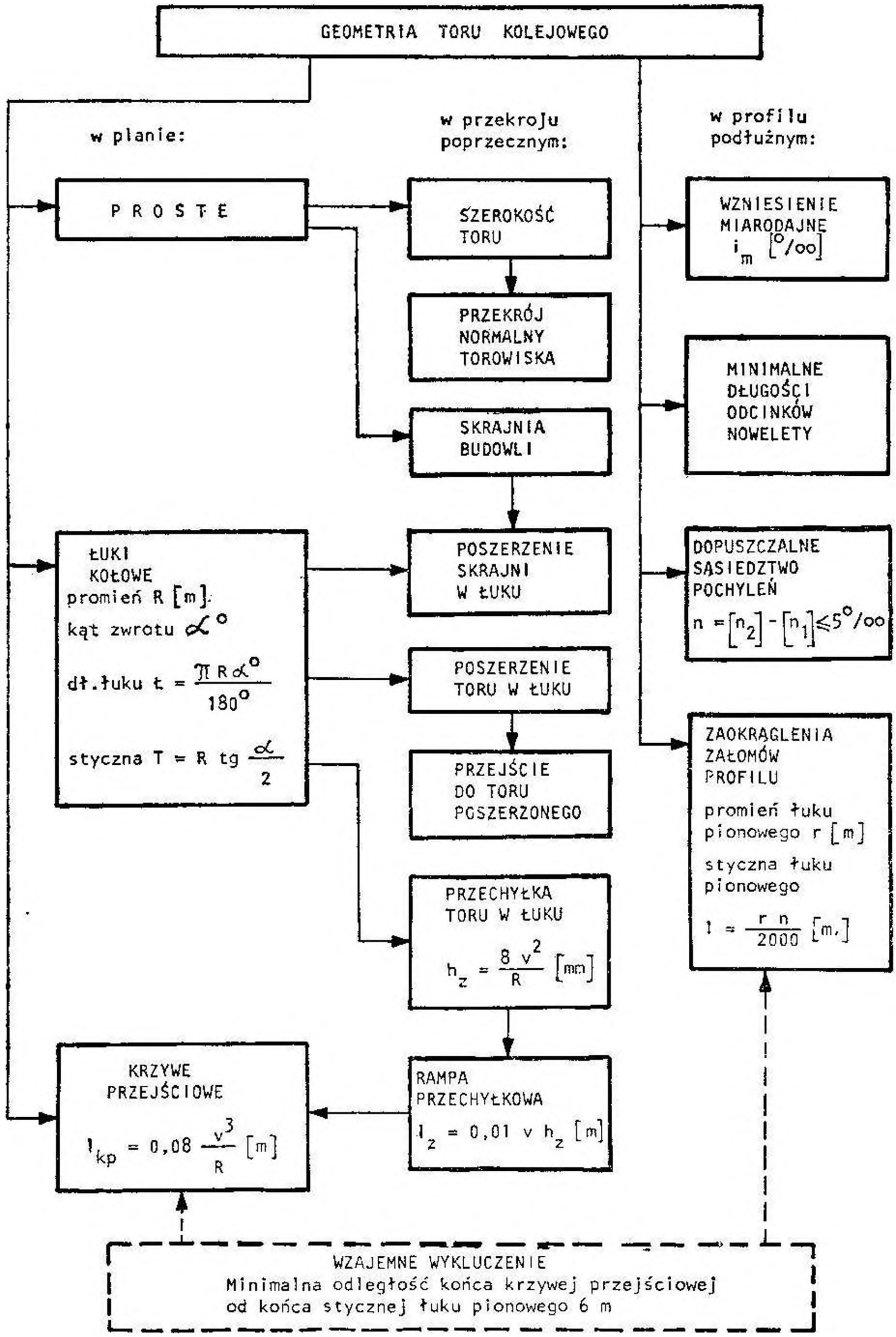
Z kalkulacji dopuszczalności jazd sprzecznych na stacji może wynikać potrzeba zastosowania skrzyżowań różnopoziomowych linii zbiegających się na stacji. Jeśli taka potrzeba występuje, rozwiązanie różnopoziomowych rozplotów podejść torów szlakowych wraz z ewentualnymi posterunkami odgałęźnymi wchodzi w skład projektu stacji.

Na podejściach do dużych węzłów kolejowych, gdy zbiega się kilka linii oraz gdy oddziela się od siebie różne rodzaje ruchu (pasażerski, dalekobieżny, pasażerski aglomeracyjny, towarowy, dalekobieżny, towarowy do obsługi lokalnej) rozploty podejść mogą być nieraz bardzo skomplikowane. Ich rozwiązanie wymaga przeprowadzenia wariantowych studiów technologicznych i układowych.

Na rysunku 12.54 przedstawiono schematycznie kilka przykładów różnopoziomowych rozplotów torów szlakowych na podejściach do stacji węzłowych.

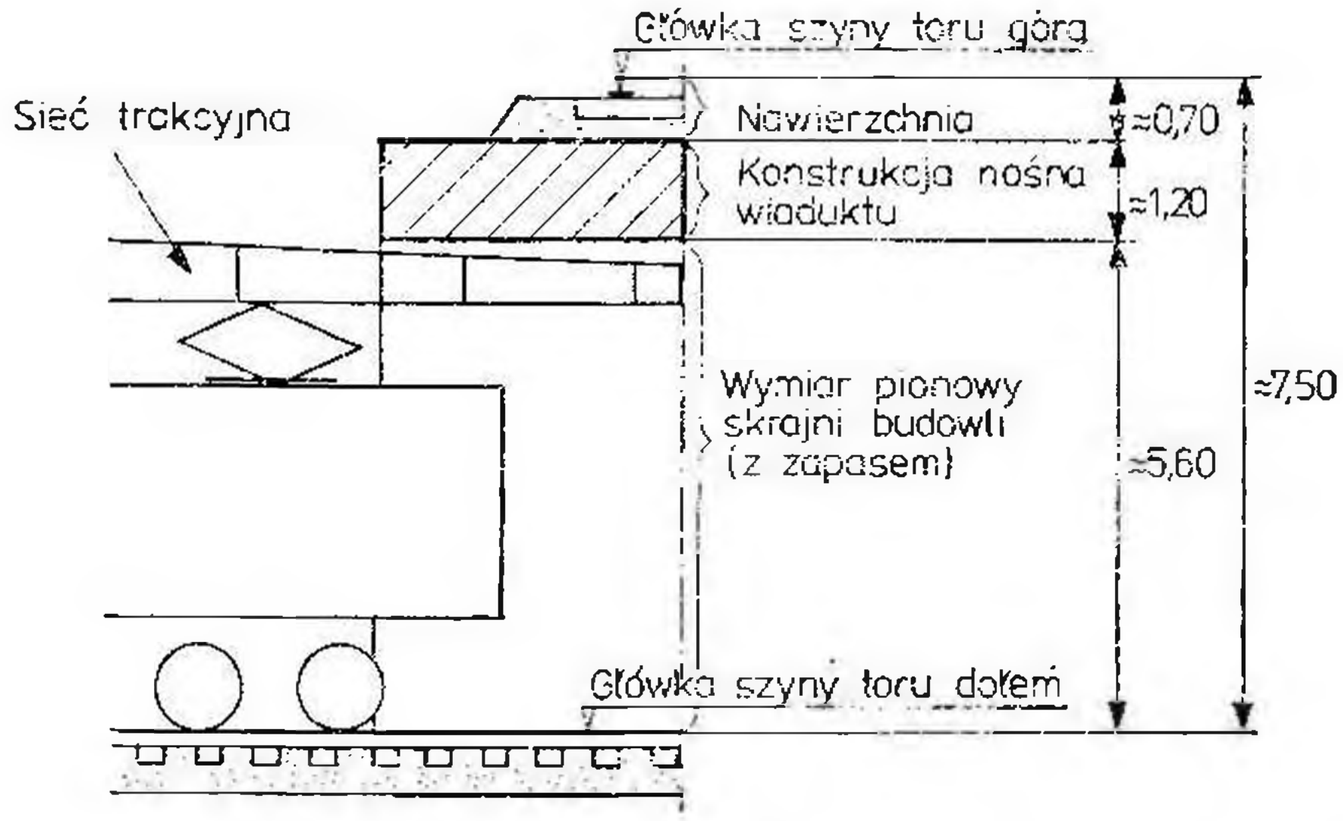


12.54. Przykłady różnopoziomych rozplotów torów szlakowych na podejściach do stacji węzłowej



12.55. **Elementy geometrii toru kolejowego**

444 Rozwiązywanie przestrzenne takich podejść wymaga znajomości geometrii i warunków technicznych projektowania torów szlakowych linii kolejowych (rys. 12.55).
Ponieważ rozpłoty podejść do stacji mają miejsce z reguły w terenie silnie zurbanizowanym, gdzie napotyka się liczne przeszkody terenowe — przy ich rozwiązywaniu dopuszcza się w trudnych sytuacjach stosowanie wzniesienia miarodajnego i_m [$^0/_{00}$] i promieni łuków R [m] jak dla linii kolejowych w terenie górskim. Oczywiście, w miarę możliwości należy zmierzać do stosowania parametrów korzystniejszych.



12.56. Orientacyjna różnica wysokości główek szyn dla różnopoziomego skrzyżowania torów [78]

Różnicę rzędnych główek szyn torów zelektryfikowanych skrzyżowanych różnopoziomowo można wstępnie przyjmować jako ok. 7,50 m (rys. 12.56) [78]. Jej uściślenie (zmniejszenie lub zwiększenie) następuje w dalszym toku projektowania w zależności od kąta skrzyżowania oraz rodzaju konstrukcji wiaduktu.
Na PKP praktycznie wszystkie wiadukty kolejowe i drogowe nad torami projektuje się z uwzględnieniem wysokości potrzebnej do wywieszania sieci trakcji elektrycznej — nawet na liniach jeszcze nie uwzględnionych w programie elektryfikacji. Zastosowanie skrajni budowli dla trakcji nieelektrycznej, co umożliwia zmniejszenie różnicy wysokości do ok. 6,50 m może mieć miejsce wyjątkowo, gdy istnieje pewność, że tor dołem nigdy nie będzie zelektryfikowany.

12.11.2. Rozwiązanie różnopoziomowego skrzyżowania torów na podejściu do stacji

Rozwiązując różnopoziomowe skrzyżowanie torów należy zapewnić
— potrzebną różnicę wysokości główek szyn torów na i pod wiaduktem (ok. 7,50 m — uściślenie następuje w projekcie technicznym zależnie od konstrukcji wiaduktu):
— pochylenie i promienie łuków torów nie gorsze od wymaganej na podejściach do stacji dla danych kategorii linii.
Geometria torów w planie i w profilu musi być tak dobrana, aby zmieściły się wszystkie potrzebne elementy, a mianowicie:

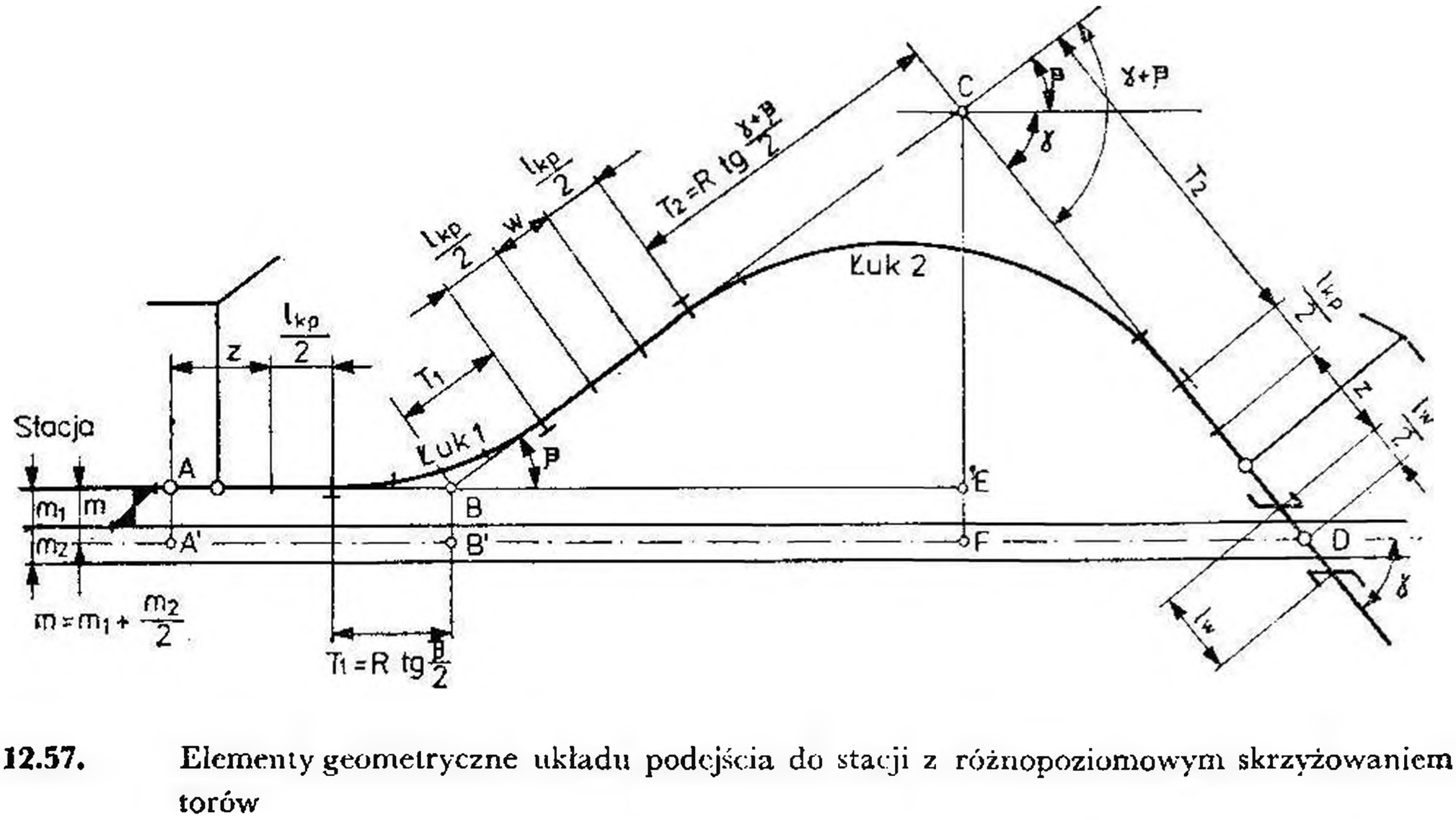
— łuki kołowe,
— krzywe przejściowe,
— wymagane odcinki toru prostego pomiędzy krzywymi przejściami oraz między krzywymi przejściami a rozjazdami i wiaduktami,
— odcinki niwelety o jednolitym pochyleniu nie krótsze niż dopuszczalne,
— wymagane odcinki proste toru pomiędzy końcami stycznymi łuków pionowych a krzywymi przejściami, rozjazdami i wiaduktami.

Jest to więc zagadnienie o bardzo wielu zmiennych i ograniczeniach, które rozwiązuje się metodą kolejnych przybliżeń.

W realnym terenie należy tak wyznaczyć układ, aby możliwie mało zakłócać zagospodarowanie terenu oraz tak dobrać profile podłużne, aby zapewnić dobre odwodnienie torowisk i zminimalizować roboty ziemne.

Zazwyczaj stosuje się kąty skrzyżowania mieszczące się w przedziale 30° do 45°. Wyjątkowo w trudnych warunkach terenowych, stosuje się długie i drogie konstrukcje skrzynkowe o mniejszych kątach skrzyżowania, jednak nie mniejszych niż 15°. Rzadko udaje się uzyskać rozwinięcie układu torowego z kątem skrzyżowania większym niż 45°.

Na ogół zmierza się do wyznaczania miejsca skrzyżowania wiaduktowego możliwie blisko stacji.



12.57. Elementy geometryczne układu podejścia do stacji z różnopoziomowym skrzyżowaniem torów

w — wymagana wstawka prosta pomiędzy krzywymi przejściowymi $w_{min} = \frac{v}{2{,}5}$ [m],

z — odcinki potrzebne do umieszczenia stycznych łuków pionowych, zaokrąglających załam profilu,

l_w — długość wiaduktu

Długości odcinków *BC* i *CD* (rys. 12.57) nie powinny przekraczać wartości potrzebnej do usytuowania na każdym z nich wymaganych elementów oraz niewielkiego zapasu długości prostych odcinków toru.

$$BC = R\,\mathrm{tg}\,\frac{\beta}{2} + \frac{l_{kp}}{2} + w + \frac{l_{kp}}{2} + R\,\mathrm{tg}\,\frac{\gamma+\beta}{2}$$

$$CD = R\,\mathrm{tg}\,\frac{\gamma+\beta}{2} + \frac{l_{kp}}{2} + z + \frac{l_w}{2}$$

gdzie:

w — wymagany odcinek prostej między końcem a początkiem krzywej przejściowej

$$w_{\min} = \frac{v\,[\mathrm{km/h}]}{2{,}5}\ [\mathrm{m}] \tag{12.30}$$

z — odcinki dla umieszczenia stycznych łuków pionowych zaokrąglających załomy profilu

$$z_{\min} = 6 + 2\,\frac{r\,|n_2 - n_1|}{2000} + 6\ [\mathrm{m}] \tag{12.31}$$

l_w — długość konstrukcji nośnej wiaduktu (tabl. 12–18).

Rozwiązanie zagadnienia polega na dobraniu kąta β, przy założonym kącie skrzyżowania γ i innych parametrach (R, l_{kp} zależne od v i R oraz odcinki: w, z i l_w z pewnymi zapasami).

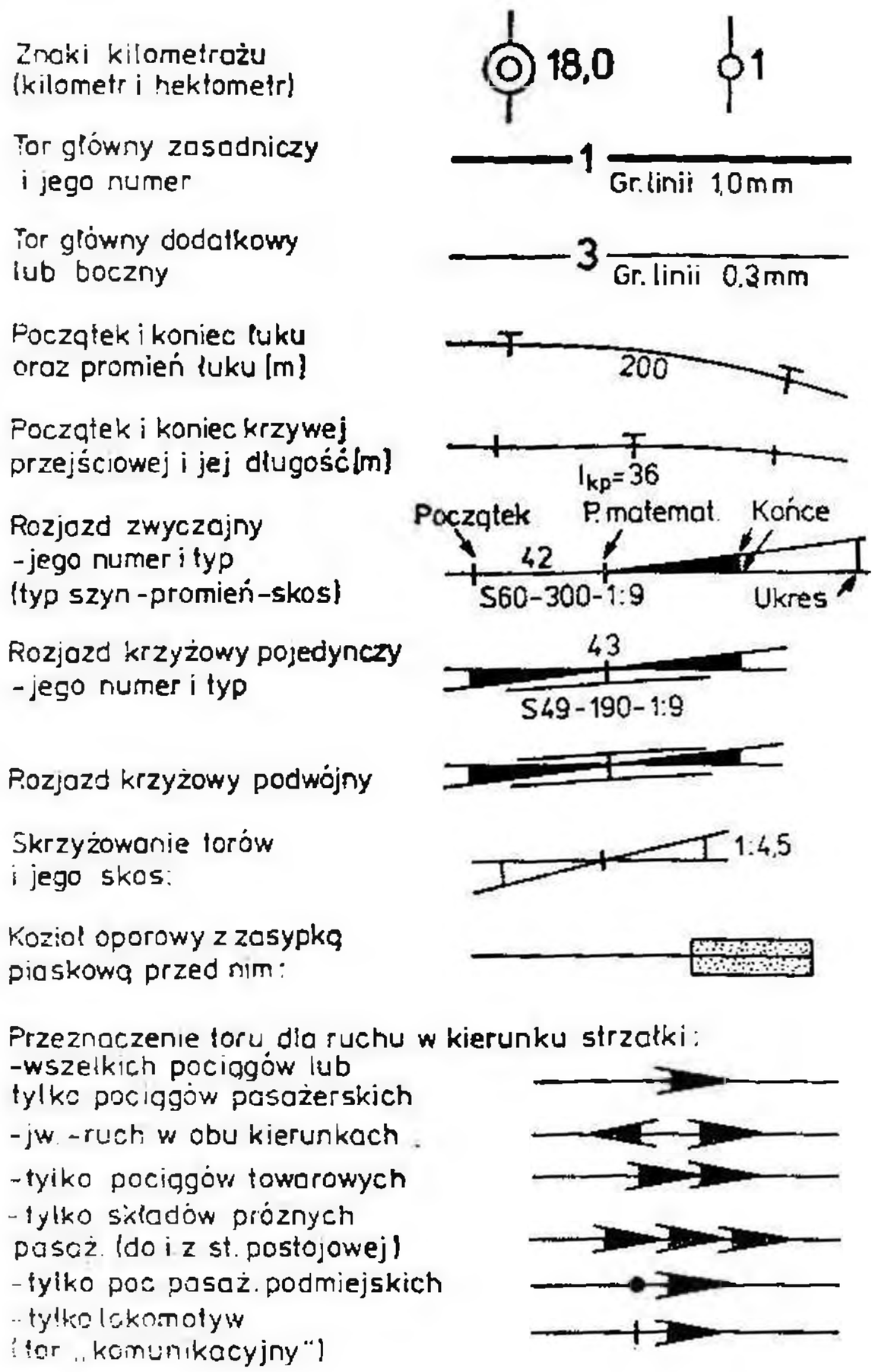
Orientacyjne długości konstrukcji nośnej wiaduktów [m] Tablica 12–18

Kąt skrzyżowania	Jeden tor nad jednym	Jeden tor nad dwoma
15°	46	62
20°	36	46
25°	28	38
30°	24	32
35°	20	28
40°	18	24
45°	16	22
50°	14	20
55°	12	18
60°	11	16

Rzutując odpowiednie odcinki można by ułożyć odpowiednie równanie, którego lewa strona byłaby równa $(m+BC)\sin\beta$, zaś prawa — $CD\sin\gamma$. Niewiadomą w równaniu byłby tylko kąt β.

Jednakże jest to sposób niepraktyczny, gdyż szukany kąt byłby uwikłany w funkcje trygonometryczne sumy kątów $\gamma+\beta$. Wygodniej i szybciej jest działać drogą kolejnych przybliżeń — dopuszczając pewne nadwyżki długości odcinków prostych toru, co zresztą ułatwia późniejsze uściślenie wartości w projekcie technicznym i przy tyczeniu w terenie.

Oznaczenia na planach i schematach stacji kolejowych przedstawiono na rysunkach 12.58 i 12.59.



12.58
Oznaczenia na planach i schematach stacji kolejowych

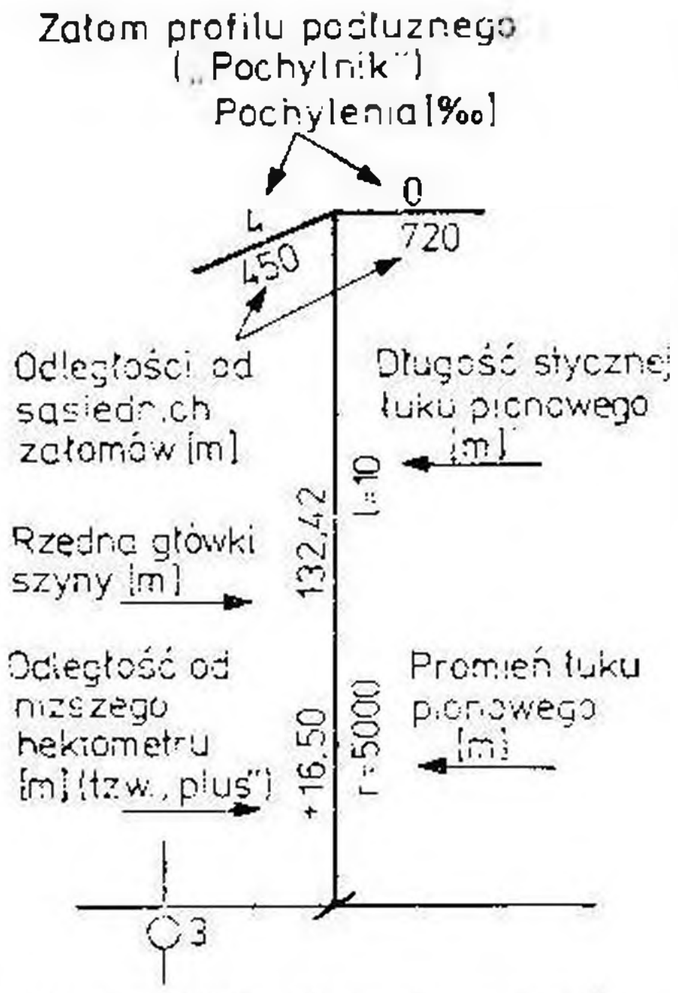
12.12. Projektowanie modernizacji stacji rozrządowych

12.12.1. Wprowadzenie

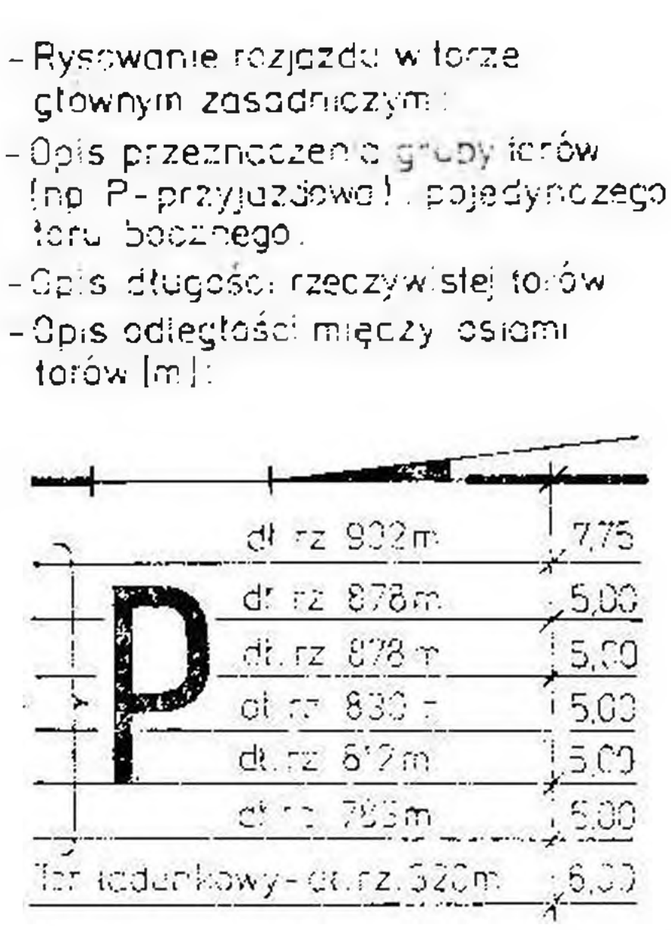
W etapie intensywnego rozwoju modernizacja istniejącej infrastruktury (także transportowej) staje się podstawowym sposobem uzyskania potrzebnych zdolności i wprowadzania nowoczesnych technologii. Wynika to z przesłanek ekonomicznych i oszczędnej gospodarki ograniczoną przestrzenią.

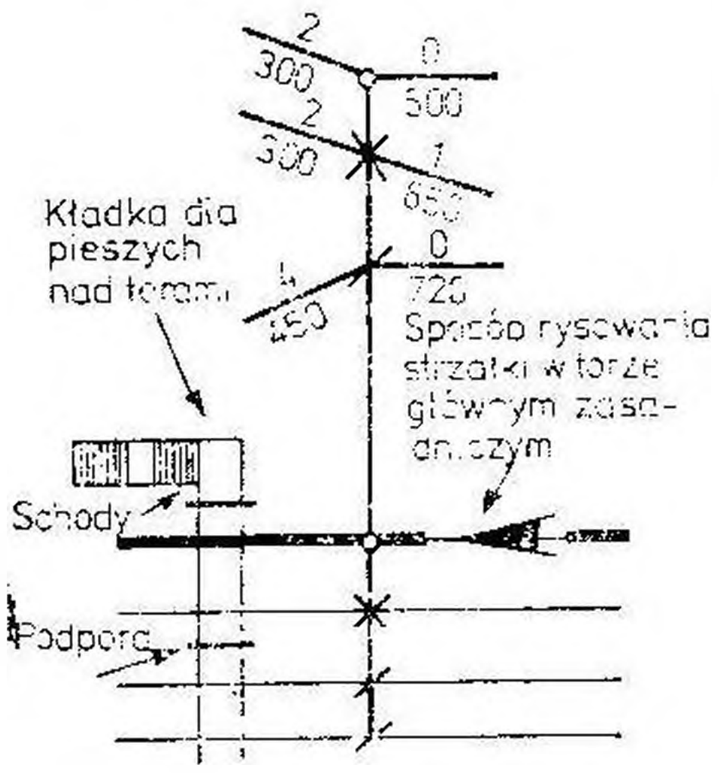
Projektowanie modernizacji obiektu istniejącego, a więc jego przebudowy i zmian wyposażenia, jest znacznie trudniejsze niż projektowanie nowego obiektu (rys. 12.60) [77].

Literatura na temat metod modernizacji infrastruktury jest uboga, po prostu dlatego, że łatwiej wskazać i omówić rozwiązania wzorcowe oraz, że nasze doświadczenia w tej dziedzinie są nieuporządkowane. Modernizowano już wiele obiektów transportowych, działanie to traktowano jednak jako coś gorszego, niejako zastępczego, od tworzenia

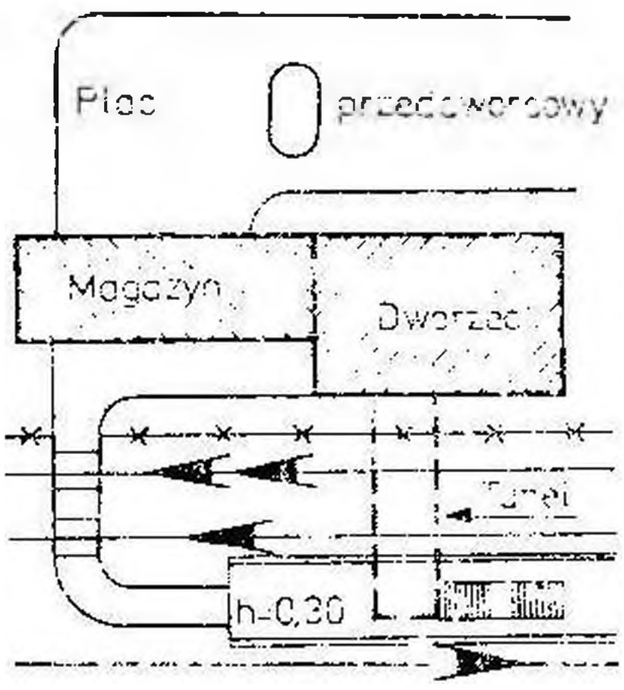


„Pochylnik" dla różnych pochyleń w różnych torach

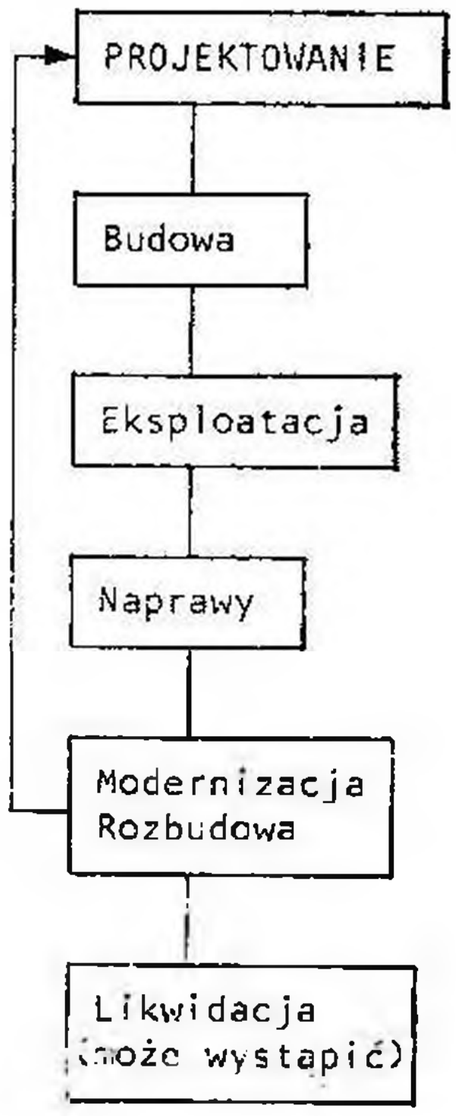




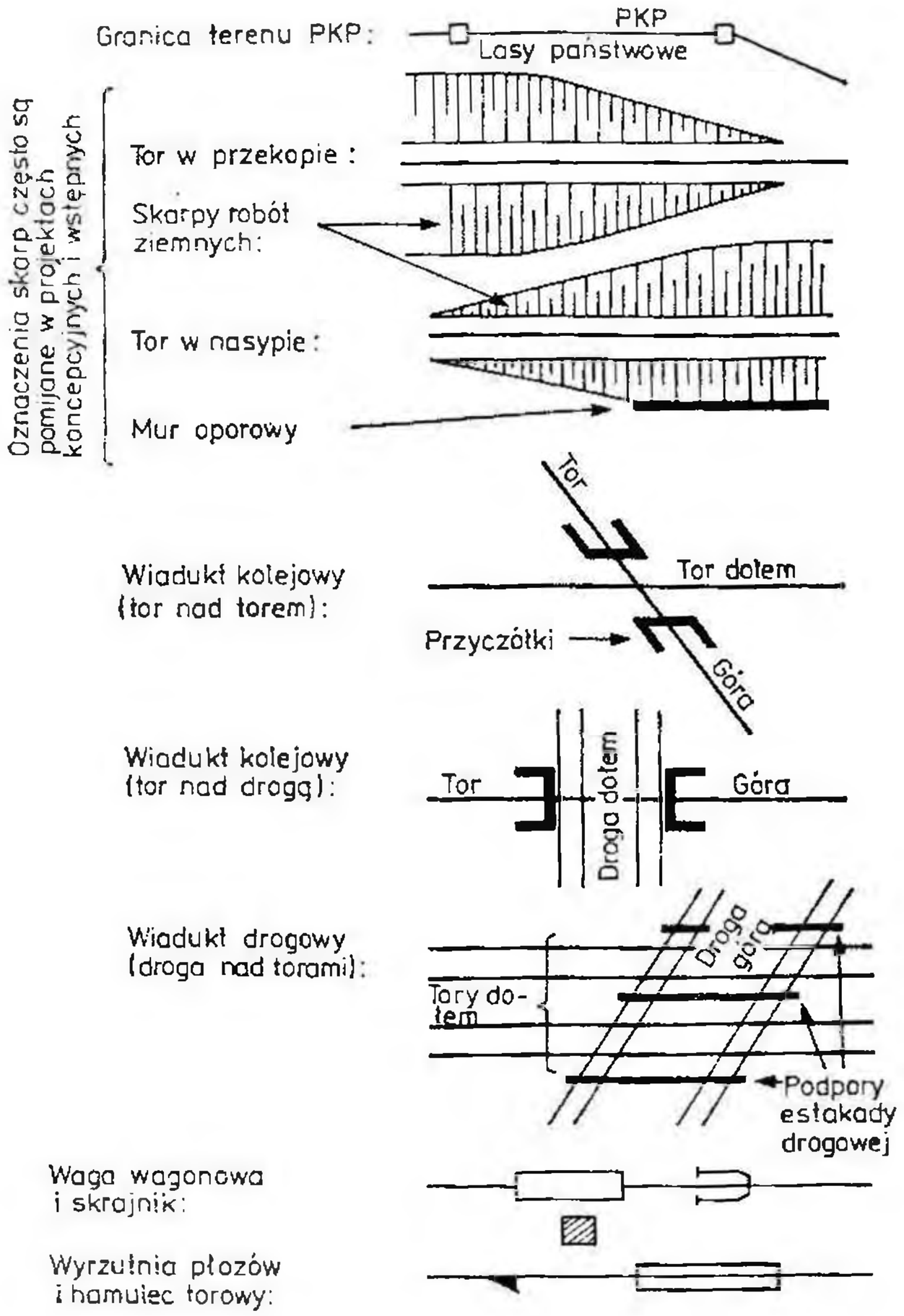
Budynki drogi, ogrodzenie, tunel
dla peronu, peronu
wysokość nad główką szyny
h [m]



12.59
Oznaczenia na planach i schematach stacji kolejowych



12.60
Miejsce projektowania w cyklu „życia" obiektu infrastrukturalnego



Rys. 12.59 c.d.

zbliżonych do ideału nowych dzieł, a więc rzecz niewarta refleksji metodologicznej i badań uzyskiwanych obiektów.

Większa trudność projektowania modernizacji obiektów istniejących, niż budowy obiektów nowych, wynika z silniejszych ograniczeń terenowych oraz z „bezwładności substancji istniejącej", którą chciałoby się w dużej części zachować, aby ograniczyć nakłady pieniężne i materiałowe. Ponadto należy liczyć się z koniecznością zatrzymania choćby ograniczonego ruchu w okresie wykonywania robót modernizacyjnych. Postulat etapowania realizacji często dodatkowo komplikuje rozwiązania projektowe.

Projektowanie modernizacji jest więc sztuką wyboru kompromisów i ciągiem rezygnacji — odstępstw od modelowych wzorców tak ładnie przedstawionych w podręcznikach. Projektant i oceniający projekt ciągle muszą udzielać odpowiedzi na pytania:

— czy odstępstwo od wzorca nie jest zbyt duże, tj. takie, że zagraża uzyskaniu spodziewanych efektów,

— lub, czy odstępstwo od wzorca nie jest zbyt małe za cenę zaangażowania zbyt wielkich środków dla uzyskania efektów.

Jest to więc gra pomiędzy tym, co pożądane, a tym co realnie możliwe, przy czym

450 każde słowo: „pożądane", „realnie", „możliwe" w różnych warunkach może zawierać różną treść. Nie zawsze zresztą udaje się wyrazić te treści liczbami.

Nie znaleziono dotychczas lepszej metody projektowania modernizacji od tworzenia rozwiązań wariantowych o różnych odstępstwach od wzorców i następnie porównywania ich walorów eksploatacyjnych i nakładów.

Podjęta modernizacja stacji rozrządowych w Polsce jest częścią strategii przystosowania PKP do intensywnej eksploatacji i ma trzy zasadnicze cele:

1 — radykalne ograniczenie uszkodzeń wagonów w trakcie rozrządzania,
2 — eliminację pracy ludzkiej w warunkach trudnych i niebezpiecznych,
3 — koncentrację pracy manewrowej rozrządowo-zestawczej na mniejszej liczbie stacji nowocześnie wyposażonych.

Z procesem projektowania modernizacji stacji rozrządowej związane są wszystkie trudności i zalety charakterystyczne dla zadań rekonstrukcji istniejących obiektów transportowych sterujących nowe technologie.

12.12.2. Współczesne wymogi konstrukcyjne stacji rozrządowych

12.12.2.1. Długości i pochylenia torów

Wzrasta udział wagonów czteroosiowych w parku wagonów towarowych PKP (obecnie ponad 40%, w latach dziewięćdziesiątych zbliży się do 60%), przy użyciu których masa brutto składu wagonowego na 1 m długości toru sięga ok. $(60+22) : 14 = 5{,}8$ t/m. Dla wagonów dwuosiowych wskaźnik ten wynosi ok. 3 t/m.

Skład dł. 600 m, tj. 120 osi obliczeniowych, złożony z wagonów czteroosiowych może osiągnąć masę brutto ok. 3500 t, podczas gdy tej samej długości skład z wagonów dwuosiowych — tylko 1800 t. Ograniczenie zwiększania masy brutto pociągów w naszych warunkach profilowych linii wynika z wytrzymałości sprzęgu śrubowego.

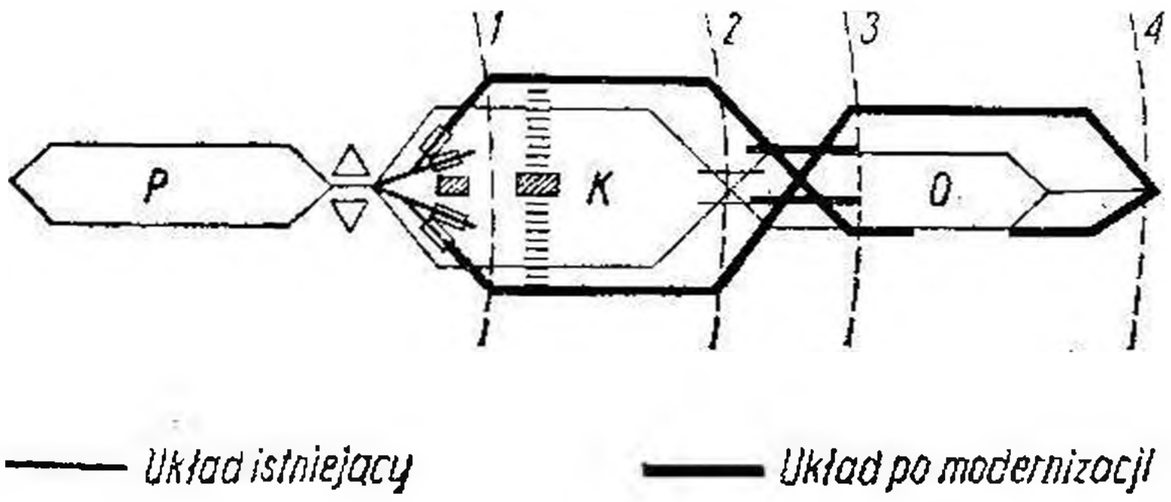
Dopóki nie podejmie się trudnego zadania powszechnego wyposażenia wagonów w sprzęgi o zwiększonej wytrzymałości (samoczynne), dopóty — z wyjątkiem wybranych relacji dla przewozów masowych — wystarcza długość całkowita (między ukresami) torów przyjazdowych (P) i odjazdowych (O) 720 m. W zasadzie nie stosuje się więc na PKP zwiększenia długości torów P i O ponad 120 osi obliczeniowych, natomiast występujące na niektórych stacjach tory krótsze, powinny być w ramach modernizacji wydłużone do tej normy.

Długości torów kierunkowych (K) między ukresami określa się jako min. $600 \times 1{,}25 = 750$ m z tendencją do stosowania w miarę możliwości torów dłuższych — 800 do 900 m. Dopuszcza się kilka torów krótszych w grupie K, przeznaczonych dla słabszych relacji.

Już obecnie blisko 90% wagonów towarowych PKP jeździ na łożyskach tocznych, a ich opory ruchu mają wartości 1 do 2 N/kN. W najbliższych latach wycofane będą ostatnie łożyska ślizgowe.

Strefy rozgałęźne w rejonie górek niestety z reguły ulegają wydłużeniu. Często dążąc do wydłużenia, lub co najmniej nie skrócenia torów K, konieczne okazuje się także przesunięcie i zmiana układu głowic rozjazdowych w innych grupach torowych, zwłaszcza,

jeśli występuje równocześnie potrzeba zwiększenia liczby torów oraz rozsunięcia osi torów ze względu na zastane nienormatywne odległości między nimi, potrzeba wprowadzenia dróg technologicznych i ppoż. oraz innych urządzeń. Np. na jednej ze stacji zaszła potrzeba umieszczenia słupa linii energetycznej 110 kV w środku grupy kierunkowej (rys. 12.61).



12.61
Rozchodzenie się fali zmian w układzie stacji, wywołanej przystosowaniem strefy rozgałęźnej do ASR [77]

12.12.2.2. Rozwiązania układów w rejonie górki rozrządowej w dostosowaniu do ASR

W wyniku długoletnich studiów wybrano do stosowania w PKP system rozrządzania działający według zasady „strzał do celu". Jako środków hamowania używa się obecnie nowych hamulców torowych produkcji ZWUS: typu ETH11 odstępowych oraz typu ETH10 kierunkowych (jednoszynowych). Hamulce te wymagają odpowiednich długości torów prostych, wraz z odcinkami przed i za hamulcem, przeznaczonymi do umieszczenia urządzeń pobierających informacje o staczanych wagonach. Informacje te przetwarzane są w mikroprocesorach ASR na rozkazy określające reżimy działania poszczególnych hamulców. Istniejące głowice rozjazdowe z reguły nie są w swym układzie przystosowane do umieszczania hamulców oraz urządzeń ASR i muszą być zasadniczo przebudowane.

Maszynownie hamulców muszą być zlokalizowane tak, aby przewody doprowadzające olej do hamulców były proste, a ich długości jak najmniejsze, gdyż ma to zasadniczy wpływ na czasy reakcji hamulców, a te muszą być liczone w dziesiątych częściach sekundy. Maksymalny zasięg zasilania hamulców ZWUS określił na 75 m, co stwarza trudności z uzyskaniem miejsca dla maszynowni hamulców kierunkowych, umieszczonej w środku linii lub na zewnątrz grupy torów *K*. Zdarzają się sytuacje, że ceną za umieszczenia maszynowni hamulców kierunkowych, zgodnie z tymi warunkami, musi być zmniejszenie liczby torów *K*. Usunięcie tej niedogodności powinno być przedmiotem prac rozwojowych systemu.

Ze względu na ochronę środowiska, w omawianym rozwiązaniu, zastosowano wykładziny pod hamulcami, przechwytujące awaryjne wycieki oleju i chroniące środowisko wód podziemnych przed zanieczyszczeniem.

Ze strony służby utrzymania torów postawiono warunek ograniczenia do 3 liczby typów rozjazdów w jednej strefie rogałęźnej — ze zbioru: S49–190–1 : 9, S49–380 — 1 : 9 symetryczny, S49–190 — 1 : 7,5 tzw. „krótki" S49–215 — 1 : 4,8 symetryczny oraz wyjątkowo S49–190 — 1 : 6,6 i krzyżowy S49–190 — 1 : 9 z iglicami czopowymi. Ma to na celu ułatwienie napraw i gospodarki częściami zamiennymi.

452

„Typoszereg" stacji rozrządowych

Uwaga: Na PKP stacje klas M1 i M2 nie powinny występować

Wielkość stacji	Klasa	Par pociągów na dobę (rozrządzanych, zestawianych)	Wagony zestawione w składy na dobę*)	Wymagana zdolność górki rozrządowej			Liczba rejonów manewrowych dla zestawiania
				pociągi/h	wagony/h	wagony/dobę **)	
Małe	M1	20	800	2	80	1600	1
	M2	30	1200	2,5	100	2000	2
Średnie	S1	40	1600	3	120	2400	2
	S2	50	2000	3,5	140	2800	3
Duże	D1	60	2400	4	160	3200	3
	D2	70	2800	4,5	180	3600	4
Wielkie	W1	80	3200	5	200	4000	4
	W2	90	3600	5,5	220	4400	5

Zalecane

*) zdolność wysyłkowa

**) doba ma tu 20 godzin

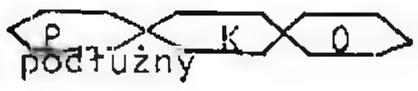
W celu ograniczenia zużycia nawierzchni, zaleca się stosowanie promieni łuków torów $R = 300$ m. Minimalny promień łuku określono jako $R = 180$ m. Promień $R = 150$ m może być dopuszczony tylko wyjątkowo — praktycznie nie jest stosowany nawet w skrajnych torach kierunkowych.

Zachowanie przedstawionych wymagań jest trudne do dotrzymania, szczególnie gdy na istnicjących stacjach trzeba pozostawić przesunięcie równoległe, albo skręt o pewien kąt osi symetrii grup torów *P* i *K*.

Nie ma natomiast istotnych zmian zaleceń kształtowania profilu górki rozrządowej. Często stosuje się nieckowaty profil podłużny torów *K*: spadek 1,5% na ok. 2/3 długości, zaś wzniesienie 1,5% na ok. 1/3 części końcowej.

Punkt obliczeniowy, do którego dojeżdżają wagony ciężkobiczne bez hamowania (dla obliczenia wysokości górki rozrządowej) wyznacza się w pobliżu końca torów *K*, a nie 50 do 100 m za ukresem ostatnicgo rozjazdu w strefie rozgałęźnej, jak to czyniono poprzednio. Jednak ponieważ nastąpiło zmniejszenie jednostkowych oporów ruchu wagonów, to wydłużenie obliczeniowej drogi staczania, umożliwiającej „strzał do celu" nie powoduje istotnych zmian wysokości górek, a więc na ogół nie prowadzi do znacznych zmian profilu górki i torów *K* — występują tylko regulacje.

Tablica 12-19

Liczba torów			Grupa torów porząd-kowych	Układ
P+kom.	K	O+kom.		
4+1	12	4+1	zbędna	poprzeczny lub
5+1	16	5+1	zbędna	poprzeczny j.w. lub niepełny podłużny
7+1	20 lub 24	7+1	raczej zbędna	niepełny podłużny j.w. lub:
9+1	28 lub 32	9+1	pożądana	niepełny podł. j.w. lub pełny podłużny 
10+2	32	10+2	potrzebna	pełny podłużny j.w. (wyjątkowo niepełny podłużny)
12+2	32	12+2	potrzebna	pełny podłużny
14+2	32 lub 40	14+2	potrzebna	pełny podłużny (+ ew. pętla)
15+2	40 lub 48	15+2	potrzebna	pełny podłużny (+ ew. pętla)

Nadmierne liczby torów *P* i *O* na stacjach rozrządowych angażują duże nakłady na ich budowę i wyposażenie, a utrzymanie ich byłoby sprzeczne z kierunkiem rozwoju intensywnego.

Liczba torów kierunkowych zależy przede wszystkim od liczby zestawianych regulacji, która wynika z sieciowego planu zestawienia pociągów. Podobnie jak dla torów *P* i *O* niemożliwe jest, aby przewidzieć dokładnie plan zestawienia pociągów za kilkanaście lat, a z takim okresem wyprzedzenia trzeba się liczyć przy projektowaniu infrastruktury. Można i trzeba więc posłużyć się doświadczeniami z eksploatacji stacji istniejących oraz rozpoznać tendencje rozwojowe natężenia i organizacji potoków wagonów.

Ogólnie PKP przewidują, stabilizację lub bardzo umiarkowany przyrost potoków wagonów rozrządzanych — rzędu maksymalnie 15 do 20%, do końca wieku. Wynika to zarówno z rozwoju przewozów nieracjonalnych, jak i zwiększenia udziału wagonów czteroosiowych w parku wagonów. Większe przyrosty liczb rozrządzanych wagonów mogą występować tylko na takich modernizowanych stacjach rozrządowych, które w ramach programu koncentracji przejmą pracę z innych, likwidowanych. Natomiast powinna wystąpić tendencja do powiększania się liczby wagonów w zestawianych relacjach.

Jak uczy doświadczenie — „bardzo mocna" relacja to maksimum 200 wagonów na dobę na tor kierunkowy, tj. 4 do 5 pociągów na dobę z jednego toru *K*. Przy obciążeniu większym relacja taka powinna uzyskać 2 tory *K*. Relacje „bardzo mocne" występują rzadko.

„Słaba" relacja — taka, która zasługuje jeszcze na wydzielenie toru kierunkowego — to min. 40 wagonów na dobę na 1 tor *K*, tj. 1 pociągów na dobę z jednego toru *K*. Jeśli relacja nie osiąga tej wartości, to powinna być połączona w planie zestawiania z inną. Jeżeli jednak stacja musi z różnych przyczyn zestawiać relację „słabszą" niż 40 wagonów na dobę — to trzeba przeznaczyć dla niej wspólny tor *K* z inną „słabą" relacją i dzielić wagony w trakcie zestawienia pociągów (wtórne rozrządzanie na grupie porządkowej lub na końcówkach torów *K*, a wyjątkowo na mniejszych stacjach nawet przez zasadniczą górkę rozrządową).

Na podstawie doświadczenia można uznać, że średnie obciążenie toru *K* powinno być rzędu 70 do 100 wagonów na dobę, tj. ok. 2–2,5 pociągu na dobę/1 tor *K*.

Biorąc pod uwagę, że zawarte rozwiązanie strefy rozgałęźnej uzyskuje się — stosując liczbę torów będącą wielokrotnością 4 oraz, że oprócz relacji pociągowych potrzebne są tory kierunkowe dla wagonów loco, uszkodzonych i próżnych, zalecane liczby torów *K* można określić jak wskazano w tablicy 12–19, a mianowicie: (12), 16, 20, 24, 28, 32, (40), (48) (w nawiasach podano liczby, które w warunkach PKP powinny występować tylko w szczególnych przypadkach).

12.12.2.3. Zapewnienie stabilności i warunków utrzymania toru

Wprowadzenie urządzeń automatyzacji rozrządzania wymusza jakościową poprawę stanu toru. Dla dobrego działania ASR konieczne jest, aby tor w eksploatacji miał stabilne parametry geometryczne oraz oporności elektrycznej. W tym celu w ramach modernizacji stacji trzeba wykonać sprawne systemy odwodnienia równi stacyjnej, zaś torowiska zbudować bardzo starannie, gdyż „tajemnica dobrego toru tkwi pod torem". Należy wykonać stabilizację podtorza na słabych gruntach, a następnie ułożyć pośrednie warstwy żwiru wałowego pomiędzy gruntem a podsypką, których łączną grubość powinna być rzędu 30 cm. Również pierwszą warstwą podsypki tłuczniowej (do spodu podkładu) grubości 20–25 cm (należy wałować). Dopiero na niej układa się tory i rozjazdy) a następnie dosypuje resztę podsypki. W ten sposób tworzy się wielowarstwowa struktura, przejmująca i rozkładająca równomiernie naciski. Aby nie naruszać tego układu, nie wolno przecinać go rowami potrzebnymi do ułożenia przewodów podziemnych i kabli. W związku z tym konieczne jest wykonanie uzbrojenia podziemnego przed ułożeniem warstw, zaś dla kabli zbudowanie kanalizacji z rur i studzienek w miejscach załomów.

Projektowanie techniczne musi przebiegać w następującej kolejności: ustalenie geometrii toru i w dostosowaniu do niej wybór urządzeń podziemnych i studzienek — natomiast budowa — w dokładnie odwrotnej kolejności. Projekty techniczne muszą być sporządzane w układzie współrzędnych *x*, *y*, *z*, zaś wytyczenie i geodezyjna kontrola budowy muszą być bardzo dokładne. Charakter projektów nowoczesnej, silnie uzbrojonej stacji rozrządowej jest więc już taki, jak skomplikowanych instalacji przemysło-

wych, np. w zakładach chemicznych. Dla najbardziej uzbrojonych fragmentów stacji trzeba już sporządzić rysunki w skali 1 : 200, aby utrzymać ich czytelność. Metody wspierania projektantów eto nadal są rozwijane.

W celu umożliwienia maszynowego czyszczenia podsypki, co jest szczególnie ważne w torach *K*, gdzie instaluje się systemy kontroli wolnej długości toru, dążąc jednak do niezwiększania odległości między osiami torów — opracowano nowy typ włazów do studzienek odwodnieniowych (rys. 12.62). Charakteryzują się one zwężonym do 60 cm w świetle wymiarowym prostopadłym do toru włazu o otworze prostokątnym na głębokość ok. 80 cm, wymiar ten umożliwia przejścia urządzenia zabierakowego oczyszczarki.

12.12.3. Wymiarowanie modernizowanych stacji rozrządowych

Każda stacja rozrządowa jest inna w układzie przestrzennym i inne są ograniczenia jej rekonstrukcji. Nie może być więc mowy o pełnej unifikacji rozwiązań, lecz z funkcji technologicznej wynikają duże ich podobieństwa.

Do celów programowania rozwoju infrastruktury nadmierna szczegółowość obliczeń rozmiarów elementów układu stacji jest niezasadna, ze względu na niepewność danych wyjściowych, które z wyprzedzeniem kilku — lub kilkunastoletnim mogą być określone tylko w przybliżeniu. Z pewnym uproszczeniem można więc próbować traktować stacje rozrządowe jako zunifikowane agregaty, przynajmniej w niektórych zasadniczych wymiarach i elementach.

Projektant modernizacji stacji może wykorzystać takie modele — wzorce — przynajmniej w początkowym stadium procesu projektowania, gdy tworzy warianty rozwiązań.

Opierając się na przedstawionych założeniach w tablicy 12–19 przedstawiono próbę uformowania „typoszeregu" stacji rozrządowych w warunkach polskich wraz z określeniem zasadniczych parametrów stacji, zastrzegając, że każdorazowe ich wykorzystanie wymaga przemyślenia i sprawdzenia w warunkach lokalnych.

Orientacyjnie przyjęto średnią liczbę wagonów w pociągu równą 40, uwzględniając zwiększający się udział wagonów czteroosiowych.

Ponieważ celem działania stacji rozrządowej jest zestawianie i wyprawianie pociągów (a nie ich rozrządzenie), za podstawową wielkość charakteryzującą stację uznano zdolność wysyłkową. Dla uproszczenia przyjęto, że ruch jest „parzysty", tzn. zdolność przyjmowania powinna być równa zdolności wysyłkowej.

Zdolność zautomatyzowanej górki rozrządowej musi być większa niż zdolność wysyłkowa i przyjmowania w celu pokonywania nierównomierności ruchu oraz umożliwienia wtórnego rozrządzania wagonów loco. Wielkością charakterystyczną jest zdolność godzinowa górki, zaś orientacyjną zdolność dobową można określić przy 20 h pracy na dobę.

Liczba torów przyjazdowych (P) i odjazdowych (O) może być określana metodami analitycznymi lub symulacyjnymi. Wyniki w obu przypadkach zależą od przyjęcia danych i uwarunkowań wyjściowych, które trudno jest określić jako niewątpliwe. Opierając się na licznych przeprowadzonych kalkulacjach, obserwacjach można zaproponować przy określaniu wzorców modernizacji stacji — przyjęcie uproszczonego wskaźnika 6 poc./dobę/1 tor.

W literaturze rosyjskiej przyjęto wartość wskaźnika równą 8 do 10 poc./dobę/1 tor. Różnica odpowiada większej gęstości naszej sieci kolejowej, co stwarza większe prawdopodobieństwo zbliżania się do stacji pociągów z różnych źródeł i odpowiednio, równoczesnego przygotowania do odjazdu pociągów w różnych kierunkach. Ponadto, jak można sądzić, na kolejach SŻD raczej stosuje się zasadę, że brygada obsługowa czeka na pociąg, natomiast w naszych warunkach głębokiego deficytu personelu należy się raczej liczyć z oczekiwaniem pociągów na brygady obsługowe.

Wskaźnik 6 poc./dobę/1 tor oznacza, że średnio pociąg wjeżdża na tor *P* co 4 h. W okresach szczytowych można spodziewać się potrzeby wjazdu pociągów na ten sam tor co 2 h (współczynnik nierównomierności ruchu = 2,0). Przy około jednogodzinnym czasie przygotowania pociągu do rozrządzania oraz półgodzinnym oczekiwaniu na kolejność rozrządzania można uzyskać zadowalające warunki sprawnej eksploatacji jeszcze z zapewnieniem rezerwy w szczycie ok. 15 min. Podobnie wskaźnik 6 poc./dobę/1 tor odjazdowy jest racjonalny, jeśli założyć 1/2 h na zestawianie pociągu z zajęciem toru 0,1 h na przygotowanie pociągu do odjazdu i 1/2 h oczekiwania na wyjazd.

Tendencje tworzenia większej liczby torów *P* i *O* należy uznać za oznaki niedowładu organizacyjnego, z wyjątkiem przypadków szczególnych tam, gdzie grożą zatrzymania ruchu w pewnych okresach (np. na stacji obsługującej porty). Daje to istotne efekty w oszczędności energii, jednakże kategorycznie wymusza doprowadzenie profilów podłużnych torów *P* i *O* do pochyleń maksymalnych 0,5‰, aby uniemożliwić zbiegania wagonów pozostawionych na tych torach bez lokomotyw. Ponieważ dawniej dopuszczano pochylenia torów stacyjnych do 2,5‰ — to stosunkowo liczne są przypadki konieczności przebudowy profili torów w ramach modernizacji. Są to często roboty trudne i znaczne, naruszające głowice rozjazdowe, sieci trakcyjne, odwodnienie i urządzenia srk.

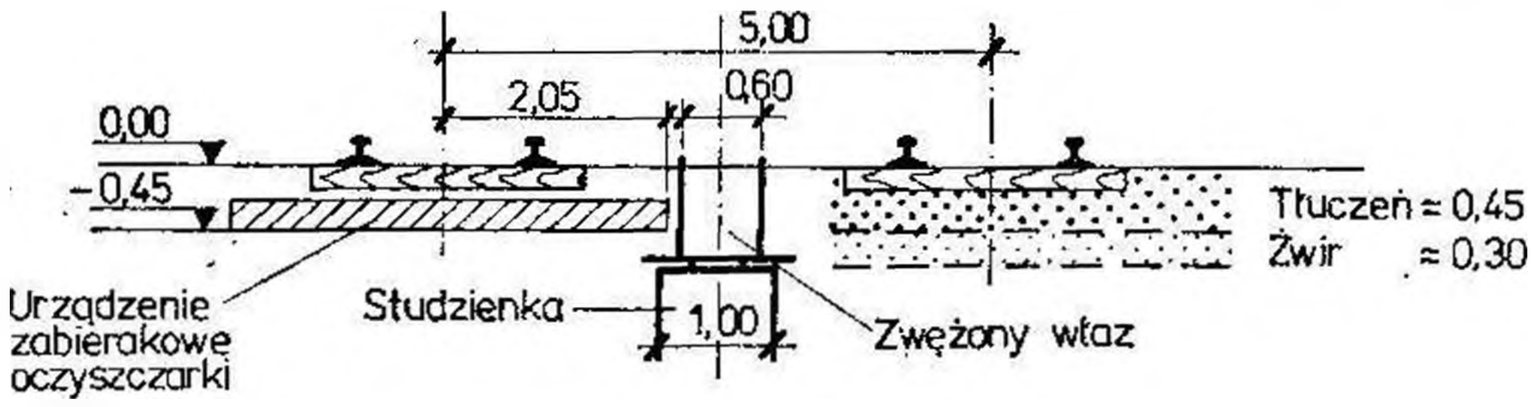
12.12.4. Uwagi na temat metody projektowania modernizacji stacji rozrządowych

Stacja rozrządowa jest „obiektem systemowym" składającym się z „obiektów branżowych", a rozwiązanie projektowe powinno być racjonalne ze względu na cel działania, powinno też dobierać właściwą formę w przestrzeni dla realizacji funkcji.

Celem działania stacji rozrządowej jest zestawianie i wyprawianie pociągów o składach wagonów i w terminach, wynikających z planu pracy sieci kolejowej, jako systemu nadrzędnego.

Rozrządzanie, od którego stacje rozrządowe wzięły nazwę, jest tylko jedną z pięciu grup czynności: 1 — przygotowanie pociągów do rozrządzania, 2 — rozrządzanie, 3 — akumulacja wagonów, 4 — zestawianie składów wagonowych, 5 — przygotowanie pociągów do odjazdu, zaś rozwiązanie stacji rozrządowej jako „fabryki pociągów" powinno prowadzić do zharmonizowanego działania wszystkich jej składników, aby realizować cel.

„Dobre" rozwiązanie „obiektu systemowego" nie jest prostą sumą „najlepszych" rozwiązań poszczególnych obiektów składowych. Szczególnie w przypadku modernizacji



12.62. Studzienki umożliwiające przejście oczyszczarki tłucznia

stacji istniejących, gdy ograniczenia są bardzo duże, często zdarza się, że „dobre" rozwiązania całości uzyskuje się stosując zaledwie „dostateczne" rozwiązania niektórych obiektów branżowych. Rozwiązania te nie mogą być jednak gorsze, niż pewne minimum wynikające z aktualnego poziomu wiedzy inżynierskiej w danej specjalności.

Droga do znalezienia racjonalnego rozwiązania wiedzie poprzez opracowanie i porównanie kilku wariantów. Szczególnie potrzebne są warianty „brzegowe", np. jeden nastawiony na minimalne naruszenie stanu istniejącego z określeniem możliwych do uzyskania efektów eksploatacyjnych, przy założeniu tylko zmiany wyposażenia (priorytet formy przed funkcją) i drugi — nastawiony na maksimum efektów, nie liczący się zbytnio z ograniczeniami terenowymi (priorytet funkcji przed formą). Pomiędzy nimi mieszczą się zwykle warianty, wynikające z różnego ukształtowania formy w przestrzeni — przy podobnych pośrednich charakterystykach funkcji.

Przeprowadzając kolejne porównania i pętle zwrotne dochodzi się do wyboru wariantu układu torowego (najbardziej sztywnego w przestrzeni) na etapie projektu koncepcyjnego i dla niego opracowujemy tzw. projekt podstawowy (wstępny, zte), z rozwiązaniami branż wyposażenia i branż towarzyszących. Dopiero po analizie i ocenie projektu podstawowego (które może spowodować powrót do etapu koncepcji) opracowuje się projekty budowli (techniczne).

Doświadczony zespół projektantów dość szybko dochodzi do rozwiązań zadowalających, przestrzec należy jednak przed niecierpliwością powodującą pomijanie etapów rozumowania, a szczególnie wariantowania i „pętli powrotnych", gdyż może to łatwo doprowadzić do nieuwzględnienia istotnych kryteriów wyboru rozwiązania lub ważnych ograniczeń.

Przy modernizacji stacji rozrządowej przystosowanej do automatyzacji rozrządzania, oprócz przystosowania geometrii układu torów do wprowadzania ASR, z reguły powstaje potrzeba wymiany urządzeń srk na całych stacjach na urządzenia wyższej klasy oraz budowy odpowiadających im nastawni.

W celu usprawnienia zarządzania wprowadza się systemy kierowania pracą stacji (SKPS), wymagające sprzętu komputerowego, pomieszczeń, żył w kablach itp. Dopiero jednak kompleks nowoczesnych urządzeń srk ASR i SKPS stwarza warunki dla radykalnego usprawnienia procesu technologicznego pracy stacji.

Konieczne jest zwykle uzupełnienie, a często zasadnicza rekonstrukcja i budowa nowych budynków technologicznych i socjalnych, a także sieci odwodnienia, wodociągowych, cieplnych, sprężonego powietrza dla prób hamulców, kanalizacyjnych (z oczyszczalnią ścieków), łączności, zasilania elektroenergetycznego i oświetlenia, układów dróg techno-

logicznych i przeciwpożarowych, sieci trakcyjnej wraz ze sterowaniem odłącznikami, ogrzewania rozjazdów, obiektów zaplecza różnych służb itp.

Nierzadko okazuje się, że dużo większe nakłady trzeba ponieść na przystosowanie do ASR i współczesnych wymagań eksploatacyjnych układu stacji o starej i wyeksploatowanej substancji, niż na samo urządzenie hamowania i automatyzacji rozrządzania.

Udział nakładów dla kilku modernizowanych stacji rozrządowych PKP poniesionych na ASR w całości nakładów na modernizację stacji, ukształtował tylko się w przedziale od 15% do 25%. Jest to dowód na to, jak trudne jest wprowadzenie agregatów nowej technologii do starego obiektu i jaką wagę należy przywiązywać do poszukiwania rozwiązań szanujących ograniczenia, lecz spełniających założone cele modernizacji. Są jednak to w sumie nakłady zdecydowanie niższe, niż gdyby tworzono nowe dodatkowe obiekty infrastruktury. Efektywność modernizacji stacji rozrządowych istniejących, pomimo wszelkich napotykanych trudności i konieczności stosowania odstępstw od idealnych wzorców, jest niewątpliwa.

12.13. Przykłady projektowania

W dalszym ciągu zamieszcza się przykład ilustrujący symulacyjne projektowanie układów rozrządowych. Dla ustalonych założeń technologicznych fikcyjnej stacji rozrządowej Katowice Rozrządowa poszukuje się optymalnej liczby torów przyjazdowych, według jednego z programów automatycznego projektowania systemu SOUT. Program ten wykorzystuje model grupy przyjazdowej z górką rozrządową (rys. 12.63).

Projektowanie grupy przyjazdowej z górką rozrządową, a zwłaszcza wyznaczenie optymalnej liczby torów przyjazdowych, wymaga określenia następujących danych wejściowych. Stacja Katowice Rozrządowa rozrządza w analizowanych układzie 33 składy podczas doby. Grupa przyjazdowa składa się z 8 torów. Obsługę techniczno-handlową składu przed rozrządzaniem wykonuje jedna brygada. Najkrótszy czas obsługi 16,5 min. najdłuższy 56,1 min. Czas rozrządzania składu zmienia się od 5,8 do 25,8 min. Przez cały czas rozrządzania jest zajęty tor przyjazdowy. Górka rozrządowa oprócz procesu rozrządzania jest obciążona przerwami w pracy, które występują średnio co 61 min. i trwają 7,5 min. Pełny zestaw danych wejściowych potrzebnych do określenia optymalnej liczby torów wraz z komentarzami przedstawiono w tablicy 12–20.

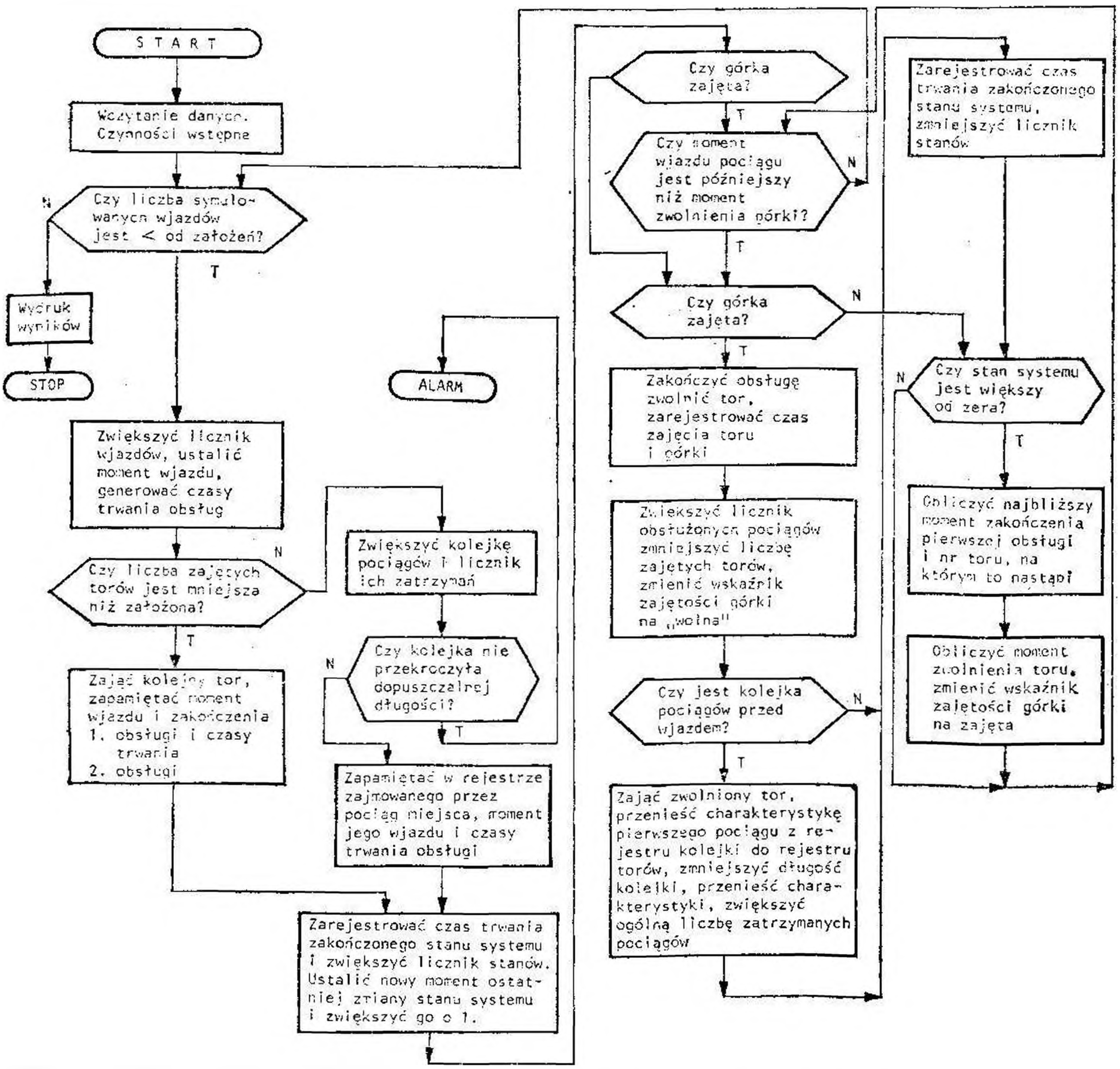
Projektowanie układu rozrządowego przebiega podobnie jak w przypadku projektowania węzłów (rys. 12.64). Na wyniki obliczeń składa się wiele wydruków pośrednich, zawierających charakterystyki strat czasu w poszczególnych fazach obsługi oraz wydruk końcowy zawierający wartości funkcji — kryterium w poszczególnych iteracjach i wyznaczoną wartość. Tabulogram w tablicy 12–21 pokazuje wynik końcowy obliczeń symulacyjnych według założeń z tabulogramu (12–20). Przez T na tabulogramie (12–21) oznaczono liczbę torów przyjazdowych, a przez K koszt jednostkowy płynności ruchu na wejściu do układu. W tym przypadku jest to stosunek liczby torów do prawdopodobieństwa płynnego przyjęcia. Takie kryterium oznacza jednakowy przyrost nakładów inwestycyjnych przy zwiększeniu liczby torów. Jak widać, optymalna liczba torów przyjazdowych w rozważanym przykładzie wynosi 3.

Ciekawy jest wynik badania wpływu nierównomierności podejścia pociągów do stacji

na optymalną liczbę torów przyjazdowych. W rozważanym przykładzie założono, że minimalny odstęp czasu między kolejnymi zgłoszeniami pociągów do stacji, który bezpośrednio wyraża nierównomierność podejścia pociągów, gdy jest ustalone obciążenie, wynosi CD1 = 20 min. (tabl. 12–20). Przeprowadzono dalsze obliczenia przy założeniu innych wartości CD1. Dały one następujące wyniki:

— CD1 = 5 min, optymalna liczba torów = 4,
— QD1 = 10 min, optymalna liczba torów = 3,
— OD1 = 40 min, optymalna liczba torów = 2.

Opisane przykłady dowodzą, że nierównomierność zgłoszeń jednostek do obsługi przez układ należy do podstawowych czynników wpływających na efektywność wykorzy-



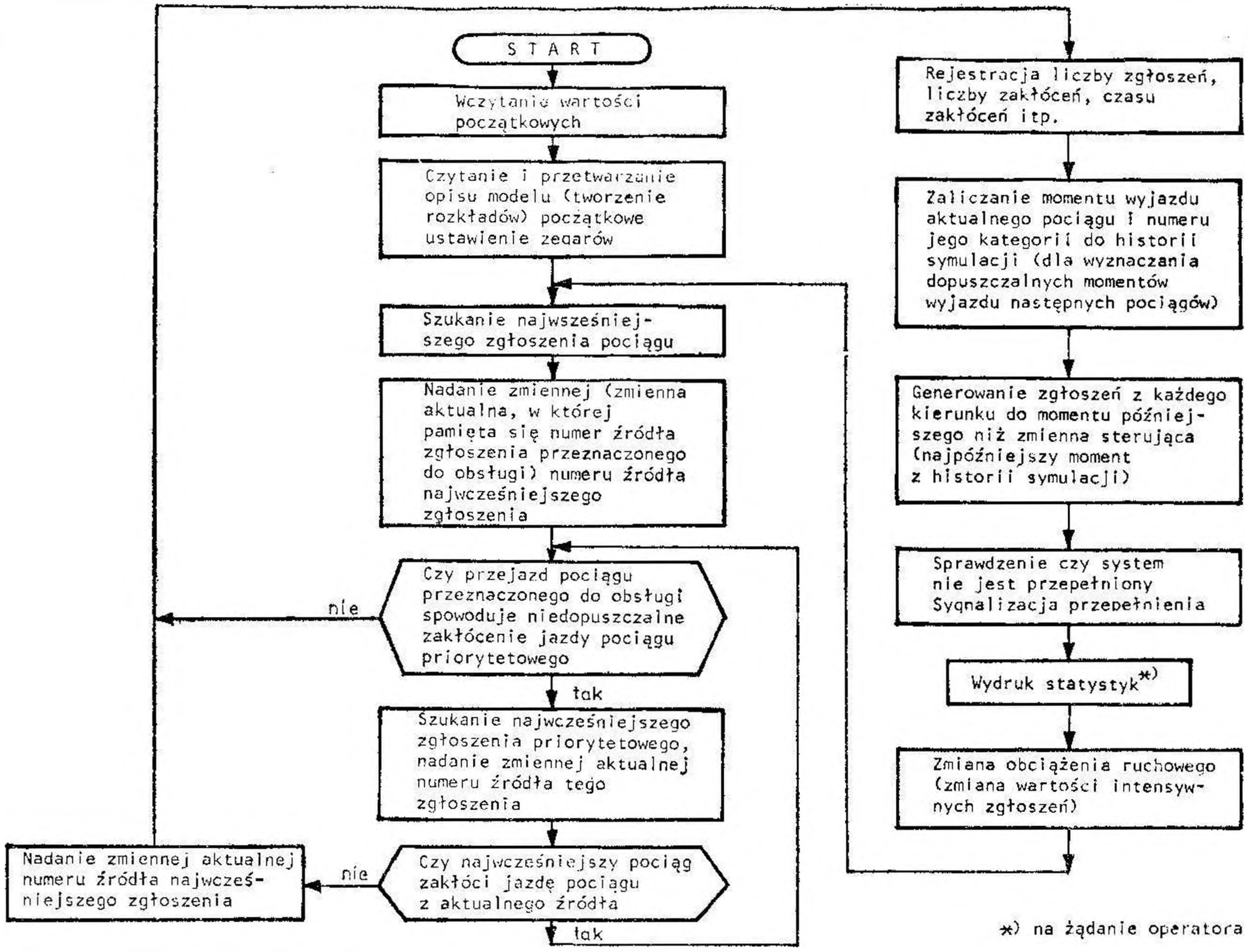
12.63. Schemat blokowy działania programu symulacji pracy grupy przyjazdowej i górki rozrządowej [95]

Pełny zestaw założeń do projektowania grupy przyjazdowej z górką rozrządową [98] Tablica 12–20

SOUTH-DW-UR-11-00

Dane wejściowe PG78
K–CE Rozrządowa 1 Dnia 18/06/81 Dodz. 00/14/21 Tryb-1
K–CE Rozrządowa 1 13 1 1 10/10/79 COB50RT PG78 0 -1 0 0

Parametry globalne		
Liczba torów przyjazdowych	LTP =	8
Intensywność zgłoszeń pociągów do układu wyrażona średnią liczbą na dobę	L =	33
Liczba brygad	LBR =	1
Parametry sterujące symulacją		
Zasięg obserwacji po osiągnięciu tej liczby sygnalizowane jest przepełnienie	KK =	20
Stała początkowa generatora liczb pseudolosowych	X =	0.987984983985
Współczynnik podziału czasu rozrządzania	Y =	1.000
Poziom istotności wahań prawdopodobieństwa odmówienia przyjęcia pociągu	Poziom =	0.050
Współczynnik podziału czasu czynności przygotowawczych do rozrządzania	WZ =	0.250
Parametry procesów wejściowych		
Minimalny odstęp kolejnymi zgłoszeniami pociągów do układu w minutach	OD1 =	20.000
Czas od momentu wjazdu do momentu rozwiązania pociągu	OWR =	5.500
Minimalny odstęp między końcem a następnym początkiem przerwy w rozrządzaniu w minutach	OD2 =	33.100
Minimalny czas przerwy w rozrządzaniu w minutach	OD3 =	4.00
Średnia wartość w minutach losowej części odstępu między końcem a następnym początkiem przerwy w rozrządzaniu	AMBDA2 =	27.000
Średnia wartość w minutach losowej części czasu przerwy w rozrządzaniu	AMBDA3 =	3.500
Rząd rozkładu Erlanga losowej części odstępu procesu wejścia pociągów	LER1 =	1
Rząd rozkładu Erlanga losowej części odstępu między końcem a następnym początkiem przerwy w rozrządzaniu	LER2 =	1
Rząd rozkładu Erlanga losowej części przerwy w rozrządzaniu	LER3 =	1
Parametry procesu rozrządzania		
Minimalny czas w minutach czynności przygotowawczych do rozrządzania	X1MIN =	16.300
Maksymalny czas w minutach czynności przygotowawczych do rozrządzania	X1MAX =	56.100
Minimalny czas rozrządzania w minutach	X2MIN =	5.800
Maksymalny czas rozrządzania w minutach	X2MAX =	25.800
Parametry sterujące optymalizacją		
Minimalna liczba obsłużonych jednostek	IST1 =	2000
Krok zmian kształtowanej struktury	IST2 =	1
Tryb przebiegu	IST3 =	1



12.64. Schemat blokowy działania programu symulacji pracy węzła torowego

stania układu. Jest to wynik oczywisty, ale dopiero stosowanie probabilistycznych metod projektowania układów pozwala ściśle zmierzyć tę zależność.
Następnie przedstawiono przygotowanie obsługi transportowej na przykładzie Zakładu hutnictwa żelaza. Celem działania systemu obsługi transportowej zakładu SOTZ jest wykonanie przewozów w rozmiarach i terminach zapewniających niezawodne działanie zakładu.

Końcowy wydruk projektowania liczby torów przyjazdowych
SOUT-DW-UR-11-03 [98] Tablica 12–21

Wydruk końcowy z wymiarowania układu rozrządowego
K–CE Rozrządowa 1 Dnia 18/06/81 Godz. 00/14/25 Tryb-1
Optymalna liczba torów przyjazdowych 3
Czas przebiegu obliczeń w minutach 9
Liczba wartości parametru zmiennego 7
Liczba wydruków pośrednich 21
Przebieg obliczeń
T = 8 K = 00
T = 7 K = 02
T = 6 K = 09
T = 5 K = 06
T = 4 K = 26
T = 3 K = 90 Koniec obliczeń dla K–CE rozrządowa 1
T = 2 K = 90 13 1 1 10/10/79 COBSORT PG78 0 –1

Ogólny schemat algorytmu przygotowania obsługi transportowej na przykładzie zakładu hutnictwa żelaza przedstawiono na rysunku 12.65 [76]. Stadia postępowania pokazano na tym rysunku w układzie poziomym (trzy zasadnicze wartości).
Stadium I — strategiczne — PROGRAMOWANIA zaczyna się od zamysłu utworzenia lub rozwoju zakładu wymagającego obsługi przez system transportowy kraju; zawiera analizy doprowadzające do określenia przedsięwzięć i nakładów w STK na obsługę przewozów oraz opinii o lokalizacji zakładu z punktu widzenia transportowego a kończy się decyzją o utworzeniu (lub rozwoju) zakładu i jego lokalizacji oraz wprowadzeniem do planu inwestycyjnego STK i poszczególnych gałęzi transportu odpowiednich pozycji.
Stadium II — operacyjne — projektowania i tworzenia SOTZ zaczyna się od uściślenia relacji i wielkości przewozów, przedstawia projektowanie dróg oraz zapotrzebowań taboru i kadr, uściślenie planu inwestycyjnego, budowę dróg i zaplecza oraz zakup taboru i szkolenie kadr, a kończy się uzyskaniem obsługi transportowej zakładu w pełnym projektowanym rozmiarze.
Charakterystyczne jest, że przejście od stadium II do **stadium III** — traktycznego — wykonania obsługi transportowej zwykle następuje etapami, tzn. podjęcie obsługi transportowej zakładu w pewnym cząstkowym zakresie następuje przed zakończeniem zamierzonych przedsięwzięć inwestycyjnych.
Istnieje więc okres, w którym występuje już eksploatacja i konieczne jest rozwiązanie zadań „taktycznych" (choć nie w pełnym wymiarze), a jeszcze trwa budowa niektórych

dróg i zaplecza oraz uzupełnienie taboru i kadr. Są to tzw. etapy rozruchu, których pojęcia nie należy mylić z pojęciem stadium algorytmu przygotowania obsługi.
Ponadto jeszcze w stadium II występuje potrzeba przewożenia materiałów budowlanych dla budowy zakładu hutnictwa żelaza, jak i tworzenie systemu obsługi transportowej zakładu. Może to spowodować konieczność działania w trzech stadiach: programowania tworzenia obsługi, wykonania przewozów — przesuniętych w czasie (przyspieszonych) w stosunku do zasadniczej obsługi transportowej zakładu.

13

Problemy ochrony środowiska

13.1. Ochrona lasów i gruntów ornych

Przez środowiska naturalne człowieka należy rozumieć ogół elementów stworzonych przez przyrodę lub przetworzonych przez człowieka, składających się w danym miejscu i w czasie na biologiczne warunki życia ludzkiego.
Budowa stacji narusza istniejący stan powierzchni ziemi. W określonych warunkach może to wywołać skutki negatywne (zabl. 13–1).

Szkody wyrządzone środowisku przez stacje kolejowe Tablica 13–1

Element środowiska	Rodzaj szkody wyrządzonej środowisku spowodowanej funkcjonowaniem i rozwojem stacji
Ziemia	— zajmowanie terenu, — ograniczenie przydatności terenu dla celów budowlanych i innych, — zmiana rzeźby terenu,
Woda	— pobór, — zużycie, — zanieczyszczenie szkodliwymi substancjami, — zanieczyszczenie wód Bałtyku jako szczególny rodzaj zagrożenia, — zmiana stosunków wodnych wskutek powstania lub modernizacji powiązań transportowych,
Powietrze	— zużywanie tlenu zawartego w powietrzu atmosferycznym, — zanieczyszczenie atmosfery, — skażenie termiczne atmosfery

Środowisko przyrodnicze stanowią lasy, wody powierzchniowe, łąki, bagna i tereny uprawy rolnej. Wykonanie przekopów, głębokich rowów, kolektorów odwadniających, ukopów powoduje obniżenie poziomu wody gruntowej.
Posadowienie nasypów wykonanych z gruntów mało przepuszczalnych na słabych, nasiąkniętych wodą, gruntach może spowodować zahamowanie odpływu wody gruntowej i wówczas nastąpi zabagnienie terenu.

Przecięcie obszaru leśnego drogą zmienia warunki ekologiczne na dość szerokich pasach lasu przylegających do drogi, zwiększając tam nasłonecznienie, zmniejszając wilgotność i umożliwiając dostęp wiatru do wnętrza lasu, wiatr wpływa destruktywnie na warunki wegetacji drzew.

Pierwszy problem z dziedziny ochrony środowiska, na który napotyka najczęściej projektant stacji, to problem ochrony lasów. Największą wartość przedstawiają lasy naturalne i zbliżone do naturalnych. Ich duża wartość polega na tym, że stworzone przez naturę laboratorium, umożliwiające badanie przyrody i pozwalają na wyciągnięcie stąd praktycznych wniosków, dotyczących prawidłowej gospodarki leśnej. Mniejszą wartość przedstawiają lasy zajmujące małe powierzchnie (mniej niż 100 ha), aczkolwick mają one w całości istotne znaczenie dla klimatu.

Całkowite omijanie lasów przy trasowaniu linii i stacji kolejowych oraz zachowanie otuliny o grubości od 1 do 4 km jest najradykalniejszym sposobem ochrony najwartościowszych lasów. Ustalenie, które lasy są najwartościowsze, jest ułatwione, gdyż znajdują się one na terenach parków narodowych, rezerwatów przyrody i parków krajobrazowych, objęte są ochroną prawną. Obszary te stanowią około 2% powierzchni Polski. Dla porównania — w innych krajach, obszarem zbliżonym do Polski, pod ochroną znajdują się kilkakrotnie większe tereny. Na przykład w Wielkiej Brytanii wskaźnik ten wynosi 5,4%, a w Niemczech — 14,5%, a w Japonii — 12,5%. Tereny te przy projektowaniu linii i stacji kolejowej należy bezwzględnie omijać [20].

Drugą kategorię lasów stanowią kompleksy leśne, cenne ze względu na produkcję drewna i rekreację. W tych przypadkach, jeżeli zachodzi konieczność projektowania stacji, to dla minimalizacji strat stacje należy projektować na obrzeżu lasu, nie naruszając podstawowego kompleksu leśnego.

Należy również w tym przypadku unikać projektowania stacji kolejowej w przekopie, ażeby uniknąć obniżenia istniejącego poziomu wód gruntowych na przyległych terenach leśnych.

W przypadkach niezbędnego naruszania istniejącego kompleksu leśnego, co wymaga zgody odpowiednich władz, należy pamiętać, aby nie przecinać ciągów faunistycznych (szlaków wędrówek zwierząt i ścieżek łączących żerowiska między sobą lub wodopojem). Z tego względu konieczne jest zbudowanie odpowiednich przepustów, bądź linii stacji kolejowej częściowo na estakadzie.

Po stworzeniu zabezpieczonych bezkolizyjnych ciągów faunistycznych, w zasadzie dla zabezpieczenia stacji przed wchodzeniem zwierzyny na tor, należy projektować wzdłuż stacji kolejowej żywopłoty, które jednocześnie stanowiłyby stałe zasłony odśnieżne.

W celu ochrony środowiska leśnego przed pożarem w czasie eksploatacji stacji kolejowej należy wzdłuż stacji kolejowej, przebiegającej przez teren zalesiony, wykonywać pasy ochronne w postaci dwóch dróżek równoległych do stacji kolejowej, z uwzględnieniem następujących warunków:

— szerokość każdej dróżki powinna wynosić od 1,0 do 1,5 m,
— odległość pierwszej dróżki od dolnej krawędzi nasypu lub górnej krawędzi przekopu powinna wynosić od 2,0 do 5,0 m,
— odległość pomiędzy dróżkami powinna wynosić od 10 do 15 m,

— obie dróżki powinny być łączone ze sobą dróżkami poprzecznymi w odległości co 25–50 m.

W terenach leśnych o dużym zagrożeniu pożarowym, a szczególnie tam, gdzie występują silne wiatry lub gdzie przebiega stacja na nasypie, zaleca się stosowanie trzech dróżek równoległych. Dróżki powinny być oczyszczone z wszelkiej roślinności, a przy gruntach torfiastych — pokryte warstwą piasku o grubości 1–2 cm. Teren między dróżkami powinien być oczyszczony z krzewów, suchej ściółki i gałęzi, z obcięciem gałęzi drzew do wysokości 1,5 m nad ziemią.

Przy projektowaniu stacji należy omijać zbiorniki wodne o znaczeniu ponadregionalnym, jak również nie wolno naruszać otuliny zbiorników i związanych z tym stref rekreacyjnych. Dotyczy to także projektowanych stacji kolejowych wzdłuż rzek mających otoczenie o walorach przyrodniczych i rekreacyjnych.

Do terenów podlegających ochronie należą rezerwaty bagienne oraz tereny z masą torfowo-namułową, która ma właściwości lecznicze.

Z natury rzeczy projektant unika terenów bagiennych ze względu na niekorzystne warunki gruntowe dla budowy stacji kolejowych.

Niemniej jednak mogą zaistnieć warunki, w których należy zaprojektować stację na kompleksach bagiennych lub podmokłych terenach łąkowych o wysokich walorach przyrodniczych. Wówczas, przy dzieleniu tego terenu na mniejsze obszary, zostaną zakłócone warunki wodne, a tym samym naruszone warunki wegetacji roślin i zwierząt. Stąd też prowadzenie budowy linii stacji kolejowych częściowo na estakadach w obszarach leśnych, nawet o charakterze małych kompleksów, na terenach podmokłych przy kompleksowej analizie, uwzględniającej ochronę środowiska, może okazać się rozwiązaniem opłacalnym!

Projektowanie linii stacji częściowo na estakadzie może być w tych warunkach korzystnym rozwiązaniem, również z punktu widzenia piękna krajobrazu.

Obok zasady ochrony gruntów leśnych drugą dominującą zasadą ochrony środowiska jest ochrona gruntów rolnych.

Projektowaną stację kolejową należy sytuować na nieużytkach oraz w razie konieczności na gruntach rolnych, ujętych w ewidencji gruntów w klasach VI i V. Dla minimalizacji strat należy tak prowadzić niweletę stacji, ażeby nie pogarszać warunków wodnych. Przeznaczenie gruntów rolnych i leśnych na budowę stacji kolejowej wymaga zezwolenia właściwego organu władzy.

Trzecim istotnym ogniwem w ochronie środowiska jest rekultywacja gruntów, a więc przywrócenie im wartości użytkowej, która uległa zniszczeniu na skutek prowadzenia budowy stacji kolejowej.

Normy prawne zobowiązują realizatorów nowej stacji kolejowej do zapewnienia całkowitej likwidacji powstałych szkód. Istnieją trzy fazy rekultywacji: przygotowawcza, podstawowa i szczegółowa.

Fazę przygotowawczą ujmuje się w danych do założeń techniczno-ekonomicznych, określa ona dane środowiska przyrodnicze i ustala kierunki jego zagospodarowania.

Faza podstawowa ustala warunki hydrologiczne gromadzenia humusu, w sposób najkorzystniejszy dla przyszłego odtworzenia gleby i zachowania biologicznych wartości.

Faza szczegółowa obejmuje regulację warunków hydrologicznych gleb, ich użyźniania oraz w razie potrzeby przewiduje wykonanie niezbędnych obiektów hydrologicznych.

Dokumentacja, obejmująca rekultywację gruntów, stanowi integralną część dokumentacji projektowej stacji kolejowej i jest zatwierdzona przez władze terenowe. Ponadto jej realizacja podlega kontroli uprawnionych organów władzy terenowej. Najczęstszymi obiektami podlegającymi rekultywacji są ukopy, wyrobiska żwirowni oraz kamieniołomów. W zależności od przyjętego programu poddaje się je wyrównaniu (nadając właściwy kształt rzeźbie terenu), pokrywa warstwą ziemi uprawnej, a następnie zadrzewia lub oddaje pod uprawę.

W praktyce często występuje przypadek przecinania przez projektowaną stację terenów poddanych melioracji. Wówczas, zgodnie z wypowiedzianą zasadą przywrócenia gruntom wartości użytkowej, należy sfinansować i zabezpieczyć odtworzenie właściwego funkcjonowania urządzeń melioracyjnych, w ramach kosztów budowy nowej stacji. Jako wtórne powstają problemy scalania gruntów.

Do tej kategorii należy również zaliczyć problem odbudowy istniejących dróg, zniszczonych ciężkim sprzętem w trakcie budowy stacji kolejowej, jak również problem budowy niezbędnych sieci dróg dojazdowych i gospodarczych.

Przedstawione zasady są uwzględniane w prawie budowlanym, które postuluje ochronę środowiska więc: wody, powietrza, gleby, przyrody i krajobrazu.

Prawo budowlane ogranicza zmianę przeznaczenia terenów zielonych do niezbędnych rozmiarów, uzasadnionych względami społeczno-gospodarczymi. Nie należy więc naruszać tych zasad w procesie projektowania stacji kolejowej, a jeżeli jest to konieczne, to taka decyzja wymaga określonych uzasadnień i uzyskania zgody właściwych organów władzy.

13.2. Ochrona środowiska przed hałasem i wibracją pociągu

Negatywnym oddziaływaniem na środowisko eksploatacji nowo zbudowanej stacji jest również problem ochrony przed hałasem i wibracją. Problem ten występuje w zasadzie przy projektowaniu stacji kolejowej na terenach zurbanizowanych, a więc w miastach, obok terenów osiedlowych i rekreacyjnych, a także obok obiektów kulturowych, dla których została określona klasa standartu klimatu akustycznego. Miernikiem hałasu

Klasyfikacja standardu hałasu Tablica 13-2

Klasa standardu	Poziom hałasu dla okresu od 6^{00} do 22^{00} [dB(A)]	Uwaga
H — 1	do 35	dla okresu nocy od 22^{00} do 6^{00} poziom hałasu zmniejszony o 10 dB(A)
H — 2	35 do 45	
H — 3	45 do 60	
H — 4	60 do 70	
H — 5	70 do 85	
H — 6	ponad 85	

jest pomiar energii dźwięku określony w dB(A) w funkcji czasu jego trwania. Nadmierny hałas ma szkodliwy wpływ na zdrowie ludzi. Przedłużające się działanie hałasu powoduje negatywne skutki fizjologiczne. Przyjęto określać klimat akustyczny w sześciu klasach standartu (tabl. 13–2).

Przykładowo, teren leczenia klimatycznego, teatr na otwartym powietrzu lub ogólnicj obszary ciszy muszą spełniać klasę standartu H-1. Tereny osiedlowe, mieszkań, szpitali, bibliotek, teatrów muszą spełniać klasę standartową H-2÷H-3.

W strefach o standarcie H-4 mieszkania wymagają zastosowania zwiększonej izolacji okien.

Ogólnie można stwierdzić, że dopuszczalny poziom dźwięku hałasu przenikającego do: pomieszczeń mieszkalnych, pomieszczeń przeznaczonych do wypoczynku, pracy umysłowej lub pracy fizycznej, wymagającej koncentracji uwagi, znajduje się w granicach 25–40 dB(A).

Poziom hałasu (na zewnątrz budynku) nie powinien przekraczać:

60 dB(A) — dla parków i terenów, gdzie wymagany jest spokój,

70 dB(A) — dla terenów mieszkalnych, sportowych, itp.

Badania wykazały, że pociąg kolejowy w terenie otwartym w odległości 25 m od toru wywołuje hałas na poziomie 80–90 dB(A), a więc znajduje się na maksymalnie dopuszczalnym poziomie ze względu na ochronę zdrowia człowieka. Władze miejskie ustalają dopuszczalny maksymalny poziom hałasu w każdej strefie miejskiej zależnie od przeznaczenia. W związku z tym stacja kolejowa na terenach urbanizowanych powinna być usytuowana w pasmach strefy akustycznej do tego celu przeznaczonej, bądź też powinno się zastosować określone środki zaradcze. Należą do nich:

— usytuowanie stacji w odpowiedniej odległości od budynków mieszkalnych,

— zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń izolacyjnych w postaci ekranów dźwiękochłonnych o odpowiedniej zdolności tłumienia i rozpraszania dźwięków, bądź też wprowadzenie pasów zieleni z gęstym zadrzewieniem.

Istnieje rozwiązanie w postaci ekranów dźwiękochłonnych, które umożliwiają zmniejszenie poziomu hałasu o 15–25 dB(A), a więc pozwalają na uzyskanie podwyższenia o jedną, a nawet o dwie klasy standardu klimatu akustycznego. Pasy gęstego zadrzewienia zmniejszają poziom hałasu tylko o 5 dB(A) w odległości 100 m od stacji.

Szczególnie dużą dźwiękochłonność wykazują drzewa liściaste, w pierwszym rzędzie klony, lipy i topole.

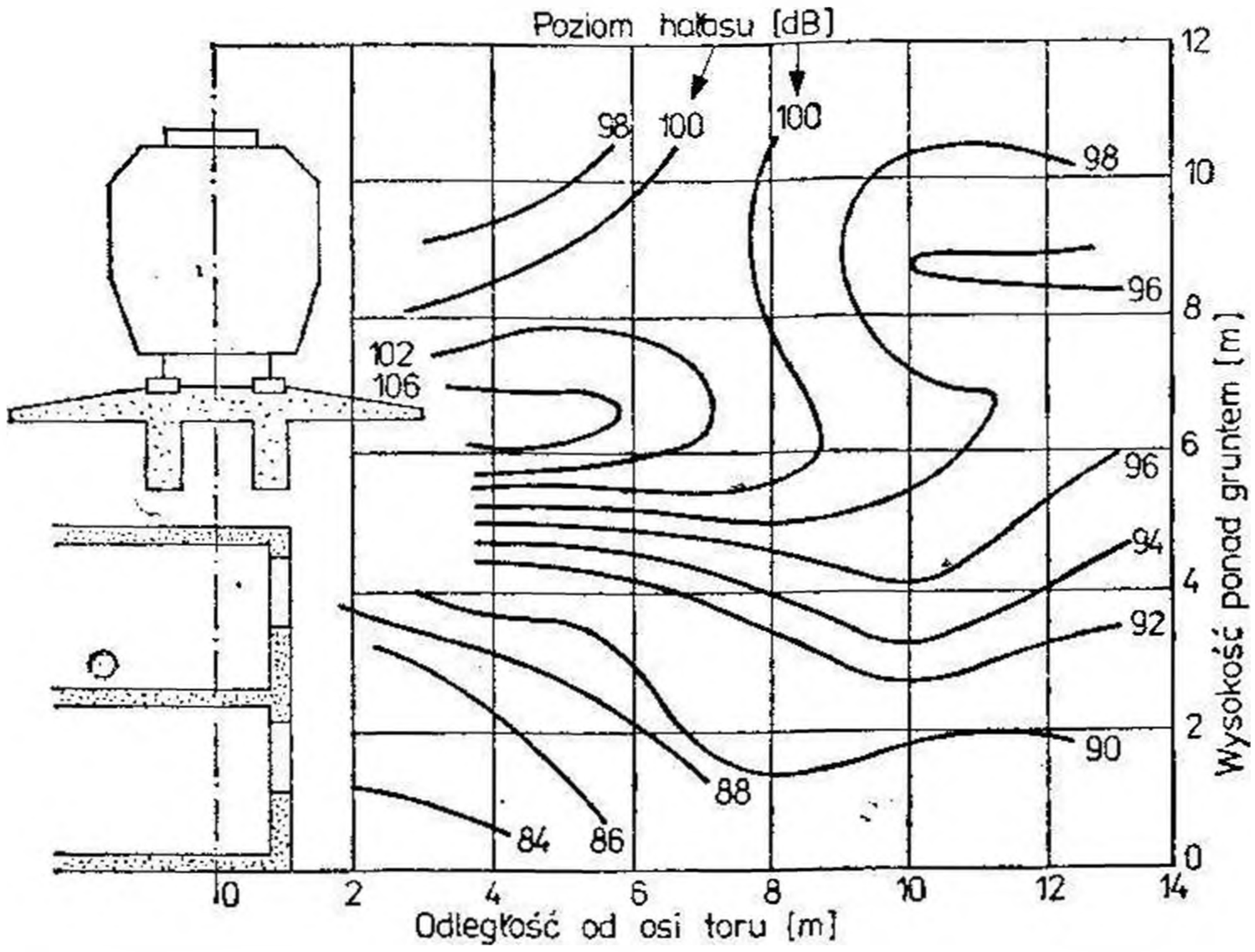
Jeżeli omówione środki zaradcze nie mogą być zastosowane, to:

— należy wprowadzić środki ochrony przeciwdźwiękowej w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej, zgodnie z normą PN-70/B-02155 „Ochrona przeciwdźwiękowa pomieszczeń", lub

— zastosować radykalny środek, projektując stację kolejową w głębokim przekopie.

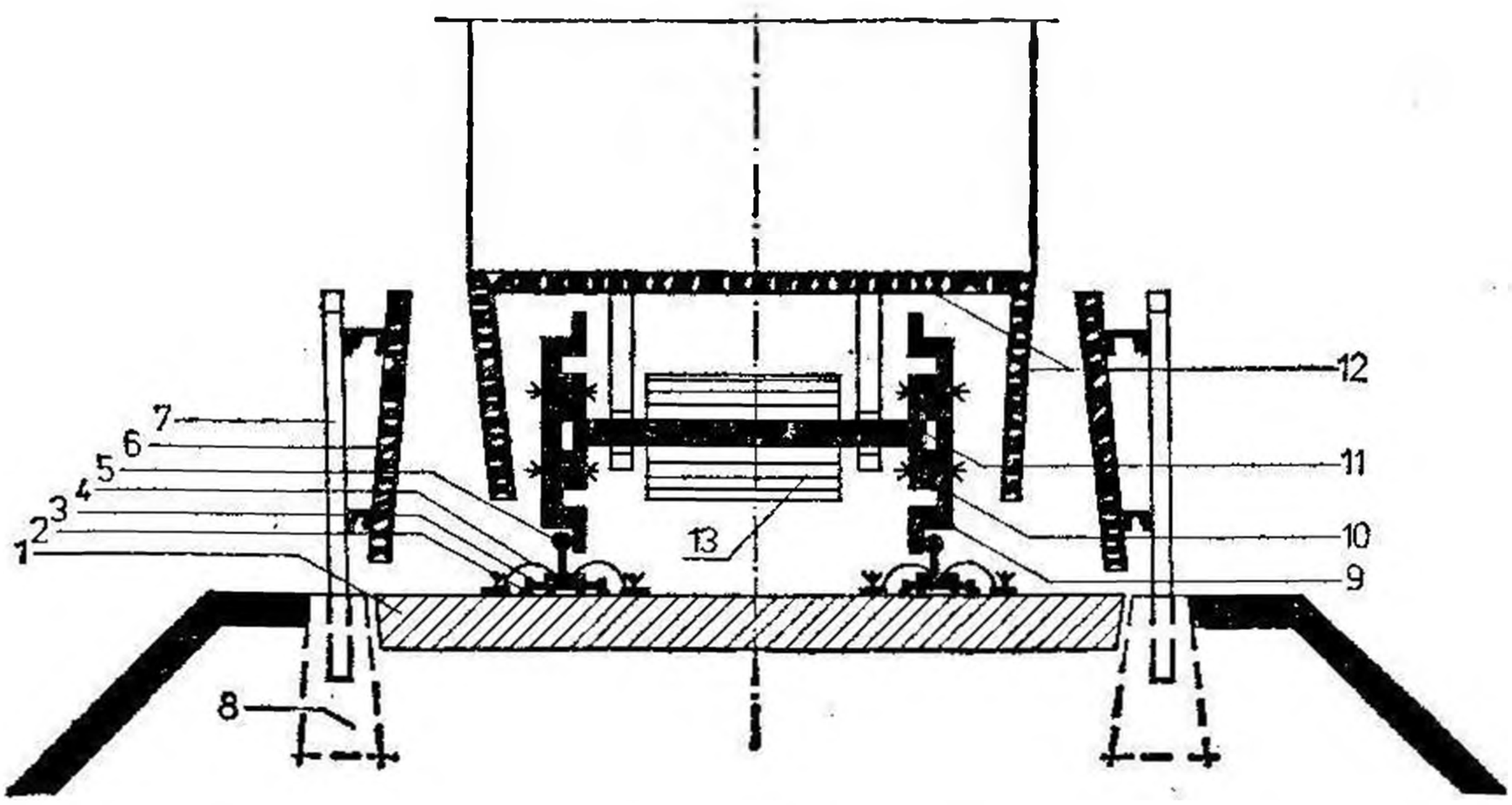
Pojazd kolejowy ponadto stanowi źródło wibracji, które przenosząc się przez nawierzchnię kolejową i podłoże może mieć również szkodliwe oddziaływanie na sąsiadujące ze stacją kolejową obiekty budowlane.

Pojazd kolejowy, oddziaływujący na nawirzchnię kolejową, wywołuje drgania mechaniczne o częstotliwości podstawowej 20–70 Hz i wyższe — o charakterze akustycznym. Drgania te u samego źródła — na zewnątrz pojazdu — w odległości 2,5 m od osi toru



31.1. Rozkład poziomu hałasu wokół jadącego pociągu na estakadzie [20]

są dobrze odczuwalne w skali stopni odczuwalności (rys. 13.1). W pojeździe — przy złym stanie toru — mogą być chwilami bardzo silnie odczuwalne (przyspieszenie rzędu 1,5 m/s^2 przy częstotliwości drgań 1–2 Hz). Urządzenia przeciwhałasowe instalowane w torze kolejowym i podwoziu taboru szynowego przedstawia rysunek 13.2.
Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że nie zachodzi zjawisko szkodliwych wpływów drgań pojazdu kolejowego na budynki, ludzi i urządzenia, znajdujące się w tych



13.2. Urządzenia przeciwhałasowe w torze kolejowym i podwoziu taboru szynowego [73]

1 — podkład lub płyta żelbetonowa, *2* — wkładka tłumiąca z gumy lub tworzywa elastomerowego pod trzewik szyny, *3* — trzewik stalowy szyny, *4* — haki sprężyste mocujące szynę, *5* — szyna bezstykowa, *6* — ekran przeciwhałasowy z elementów rozbieralnych, *7* — słupek do zawieszania ekranów wsunięty w gniazda fundamentowe, *8* — fundament, *9* — obręcz koła, *10* — wkładka elastyczna *11* — tarcze osi kół elastycznie połączone z obręczą, *12* — izolacja akustyczna osłon podwozia i podłogi wagonu, *13* — cichobieżne silniki napędu

budynkach, przy dotychczas stosowanych rozwiązaniach podłoża szynowego. Na skutek tłumienia drgania przenoszone na sąsiednie budowle są słabe. Potrzeba sprawdzenia może wystąpić tylko w przypadku usytuowania obok stacji kolejowej budynków zabytkowych.

W wątpliwych przypadkach należy zbadać szkodliwość wpływu drgań na budynki usytuowane wzdłuż przyszłej stacji kolejowej, jak również ocenić szkodliwość wpływu drgań i wstrząsów na ludzi i urządzenia znajdujące się w budynkach. Podstawę do badań stanowi norma: PN/B-02170 „Ocena szkodliwości wpływu drgań i wstrząsów w budynkach".

13.3. Ochrona środowiska przed szkodliwym działaniem lokomotyw manewrowych i pociągowych

13.3.1. Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego

Zanieczyszczenie atmosfery stanowi obecnie największe zagrożenie dla środowiska przyrodniczego. Jest ono tym groźniejsze, że skażone powietrze powoduje zatruwanie innych elementów środowiska, a zwłaszcza wód, gleb, roślin i zwierząt, naruszając równowagę ekologiczną. Wpływa też negatywnie na organizm człowieka.

Zawartość szkodliwych składników w gazach spalinowych, powstałych ze spalania 1 kg paliwa w lokomotywie spalinowej, wynosi:

— tlenek węgla 20,81 g
— węglowodory 4,16 g
— tlenki azotu 18,01 g
— bezwodnik kwasu siarkowego 7,80 g
— aldehydy 0,78 g
— sadza 5,00 g

Szkodliwe działanie składników gazów lokomotyw spalinowych przedstawia tablica 13–3. Najwyższe dopuszczalne stężenie średniodobowe tlenku azotu wynosi 0,2 mg/m^3, a tlenku węgla 1,0 mg/m^3.

Szkodliwe działanie ważniejszych związków toksycznych, zawartych w spalinach lokomotyw spalinowych na organizm ludzki, przedstawiono w tablicy 13–4 [62].

Szkodliwe działanie składników gazów spalinowych lokomotyw spalinowych na ludzi i inne obiekty Tablica 13–3

Składnik spalin lokomotyw	Przedmiot zagrożenia				
	zdrowie ludzkie	materiały trwałe	estetyka otoczenia	wegetacja	zwierzęta
Tlenek węgla	X	—	—	—	X
Węglowodory	X	—	X	X	X
Tlenek azotu	X	X	X	X	X
Tlenek siarki	X	X	X	X	X
Cząstki stałe	X	X	X	X	X

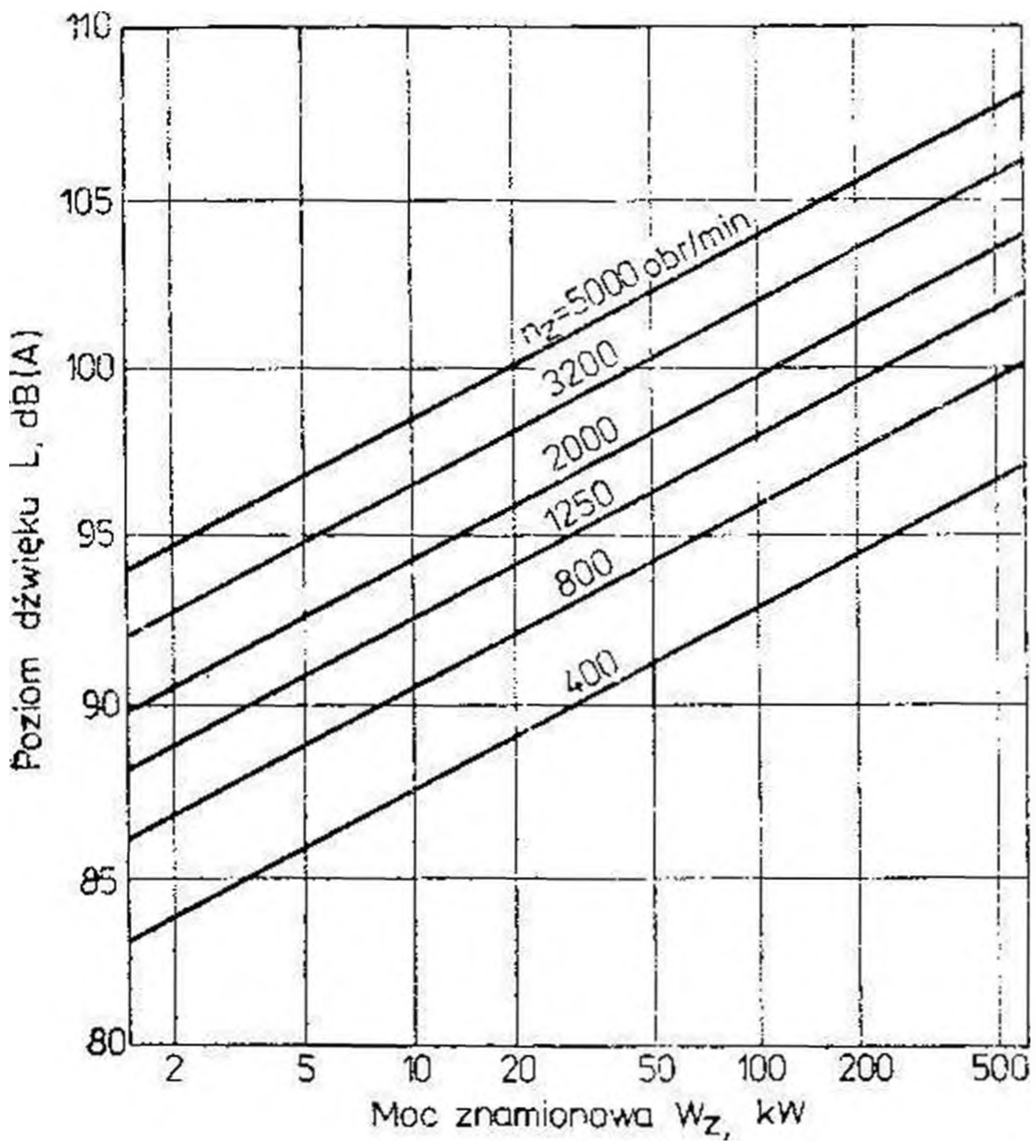
Szkodliwe działanie ważniejszych związków toksycznych zawartych w spalinach lokomotyw spalinowych, na organizm ludzki Tablica 13–4

Substancja szkodliwa	Symbol chemiczny	Występujące działanie
Tlenek węgla	CO	Toksyna krwi paraliżuje dopływ tlenu do krwi (bez barwy i zapachu)
Tlenek azotu	NO	Podrażnienie błon śluzowych (oczu, nosa, gardła), obrzęki płuc, toksyna krwi
Dwutlenek azotu	NO_2	
Dwutlenek siarki	SO_2	Podrażnienie błon śluzowych (oczu, nosa, gardła), silny przenikliwy zapach
Aldehydy	H–CHO	Długotrwałe działanie trujące: uszkodzenie enzymów
Węglowodory	C_m–H_n	Brak działania toksycznego; nośnik innych substancji, np. benzopirenu; w większych stężeniach ogranicza widoczność
Sadze	C	

13.3.2. Hałas i drgania silników wysokoprężnych

Siły, wymuszające drgania i hałasy silników wysokoprężnych, są wywoływane: pulsacją ciśnienia w kanałach ssania i wydechu, gwałtownymi zmianami ciśnienia w cylindrach w okresie spalania paliwa, uderzeniami zaworów, zazębieniem kół zębatych przekładni, okresowymi zmianami ciśnienia w pompie paliwowej i przewodach paliwowych oraz bezwładnością ruchomych elementów silnika.

Częstotliwości tych sił są przeważnie wielokrotnościami prędkości obrotowej silnika. Poziom dźwięku określony w odległości 1 m od silnika przedstawiono na rysunku 13.3 [59].



13.3.
Poziom dźwięku określony w odległości 1 m od silnika wysokoprężnego przy znamionowej prędkości obrotowej n_z [59]

13.3.2.1. Hałas ssania

Hałas spowodowany zmianą ciśnienia w kanałach ssania zalicza się do hałasów aerodynamicznych i jest jednym z dominujących składników hałasu silnika spalinowego. Dla różnych układów ssania widmo hałasu może różnić się dość znacznie. Spowodowane jest to powstawaniem różnego rodzaju wirów w strumieniu zasysanego powietrza oraz różnymi drganiami własnymi słupów powietrza wypełniającego kanały ssania.

13.3.2.2. Hałas wylotu

Wylot gazów spalinowych z silnika wysokoprężnego jest źródłem hałasów o złożonym widmie, którego struktura zależy przede wszystkim od liczby wypływów na sekundę, właściwości dynamicznych każdego wypływu, konstrukcji układu wylotowego i wartości ciśnienia gazów spalinowych wypływających z silnika.
Poziom natężenia hałasu wylotu we współczesnych silnikach wysokoprężnych wynosi 105–125 dB. Hałas ten może zmniejsza się znacznie dzięki instalowaniu tłumików hałasu w miejscu wylotu gazów spalinowych z silnika. Tłumiki należy tak konstruować, aby nie stwarzały dużych oporów przepływowych.

13.3.2.3. Drgania i hałasy wywołane zespołem cylindrowo-tłokowym

W silnikach spalinowych powstaje również duży hałas, wywoływany drganiami mechanicznymi. Najistotniejszym źródłem takich drgań jest zespół cylindrowo-tłokowy. Poprzeczne i wahadłowe ruchy tłoków, ograniczone wielkością szczeliny dylatacyjnej między tłokiem a cylindrem, wywołują intensywne drgania całego bloku silnikowego. Charakter tych drgań zależy przede wszystkim od masy tłoka, prędkości jego przesunięć oraz od pola powierzchni styku tłoka z tuleją cylindrową.

13.3.2.4. Drgania i hałasy wywołane procesem spalania

Przebieg procesu spalania w cylindrach silnika spalinowego w istotny sposób wpływa na jego drgania i hałasy.
Proces spalania paliwa w silnikach wysokoprężnych można podzielić na cztery okresy:
Okres pierwszy. Poprzedza okres zapłonu i zaczyna się w chwili wstrzyknięcia pierwszej porcji paliwa do przestrzeni roboczej cylindra, a kończy w chwili zapoczątkowania zapłonu.
Okres drugi. Obejmuje zapłon paliwa i jego początkowe spalanie. Trwa to od początku zapłonu do chwili osiągnięcia maksymalnego ciśnienia w komorze spalania.
Okres trzeci. Przebiega w nim podstawowy proces spalania, który trwa od chwili osiągnięcia w komorze spalania maksymalnej wartości ciśnienia do chwili osiągnięcia najwyższej temperatury obiegu.
Okres czwarty. W którym prędkość spalania zmniejsza się. Okres ten trwa od chwili osiągnięcia maksymalnej temperatury gazów spalinowych do początku ich wydechu.

Na podstawie analizy zjawisk, zachodzących w czasie procesu spalania, ustalono, że największy wpływ na stan wibroakustyczny silnika wysokoprężnego mają okresy drugi i trzeci.

W silnikach wysokoprężnych występują niekiedy głośne stuki, które są wywoływane dużymi prędkościami narastania ciśnienia w komorze spalania lub wywołuje je zjawisko detonacji. Zjawisko to polega na odbijaniu się od ścianek tulei cylindrowej fal detonacyjnych powodujących charakterystyczne drgania i hałasy silnika.

13.3.2.5. Drgania i hałasy pomp paliwowych

Hałas wytwarzany przez układ paliwowy stanowi zawsze znaczną część hałasu emitowanego przez silnik wysokoprężny i jest wzbudzany przeważnie przez zewnętrzne ścianki przewodów paliwowych i pompy paliwowej.

W paśmie widma hałasu o częstotliwościach 400–800 Hz poziom dźwięku silnika jest praktycznie określony natężeniem hałasu pompy paliwowej. Jest to hałas najbardziej dokuczliwy dla człowieka.

13.3.2.6. Drgania i hałasy zaworów

Luzy dylatacyjne w układzie zaworowym mechanizmu rozrządu silnika wysokoprężnego powodują, że na początku i końcu ruchu zaworów ich prędkość, określona kształtem krzywki, jest różna od zera. Wskutek tego otwarcie i zamknięcie zaworów odbywa się w sposób udarowy. Powstają wtedy gwałtowne obciążenia mechanizmu zaworowego i głowicy silnika. Wywołują one w głowicy i kadłubie silnika fale akustyczne, które przenikają do otoczenia w postaci hałasu. Poziom tych hałasów zależy od rozmiaru luzu dylatacyjnego między dźwignią a zaworem lub krzywką a zaworem, a także od prędkości obrotowej silnika.

13.3.3. Hałas aerodynamiczny silników elektrycznych

Hałas areodynamiczny w silnikach elektrycznych wywołuje obrót wirnika i tarczy wentylatora, a także przepływ powietrza przez kanały wentylacyjne i komory powietrzne maszyny. Najczęściej ten rodzaj hałasu decyduje o poziomie dźwięku silnika elektrycznego. Norma PN-72/E-06019 ustala dopuszczalne poziomy hałasów silników elektrycznych o mocach znamionowych do 1000 kW i o znamionowych prędkościach obrotowych 600–3000 obr/min. W normie wyróżniono pięć klas silników, przy czym ustalono, że dopuszczalne poziomy dźwięku w odległości 1 m od obrysu nie powinny przekraczać:

dla klasy 1 — wartość podanych w tablicy 13–5,
dla klasy 2 — wartości podanych w tablicy 13–5 zmniejszonych o 5 dB(A),
dla klasy 3 — wartości podanych w tablicy 13–5 zmniejszonych o 10 dB(A),
dla klasy 4 — wartości podanych w tablicy 13–5 zmniejszonych co najmniej o 15 dB(A),
dla klasy 0 — wartości większych od podanych w tablicy 13–5 i uzgodnionych między wytwórcą a zamawiającym.

Jako podstawę opracowania normy przyjęto klasę 1.

474 **Dopuszczalne poziomy dźwięku L [dB (A)] w odległości 1 m od obrysu silnika elektrycznego klasy 1 (wg PN-72/E-06019)** Tablica 13–5

Moc znamionowa N [kW]		Znamionowa prędkość obrotowa [obr/min]			
powyżej	do	powyżej 600 do 1000	powyżej 1000 do 1500	powyżej 1500 do 2200	powyżej 2200 do 3000
	1,5	64	68	70	71
1,5	4,0	67	72	74	76
4,0	15	74	78	82	85
15	45	80	85	87	89
45	132	85	92	95	96
132	400	90	95	97	99
400	1000	94	98	101	103

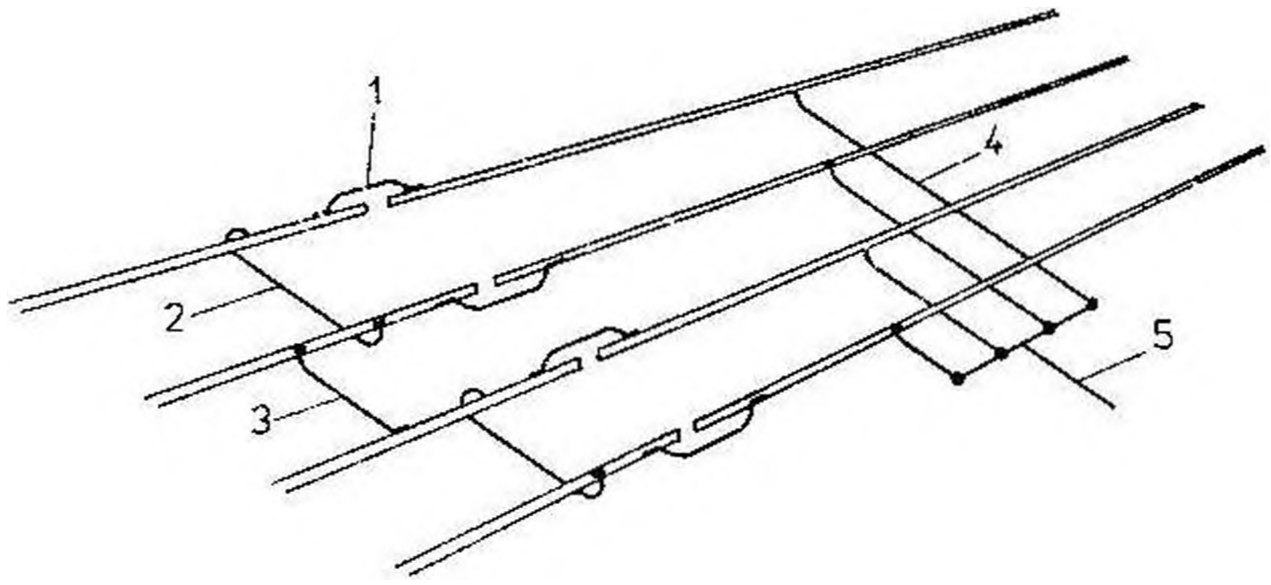
13.4. Zagrożenie środowiska w podtorzu i rejonie przyległym

13.4.1. Sieć powrotna

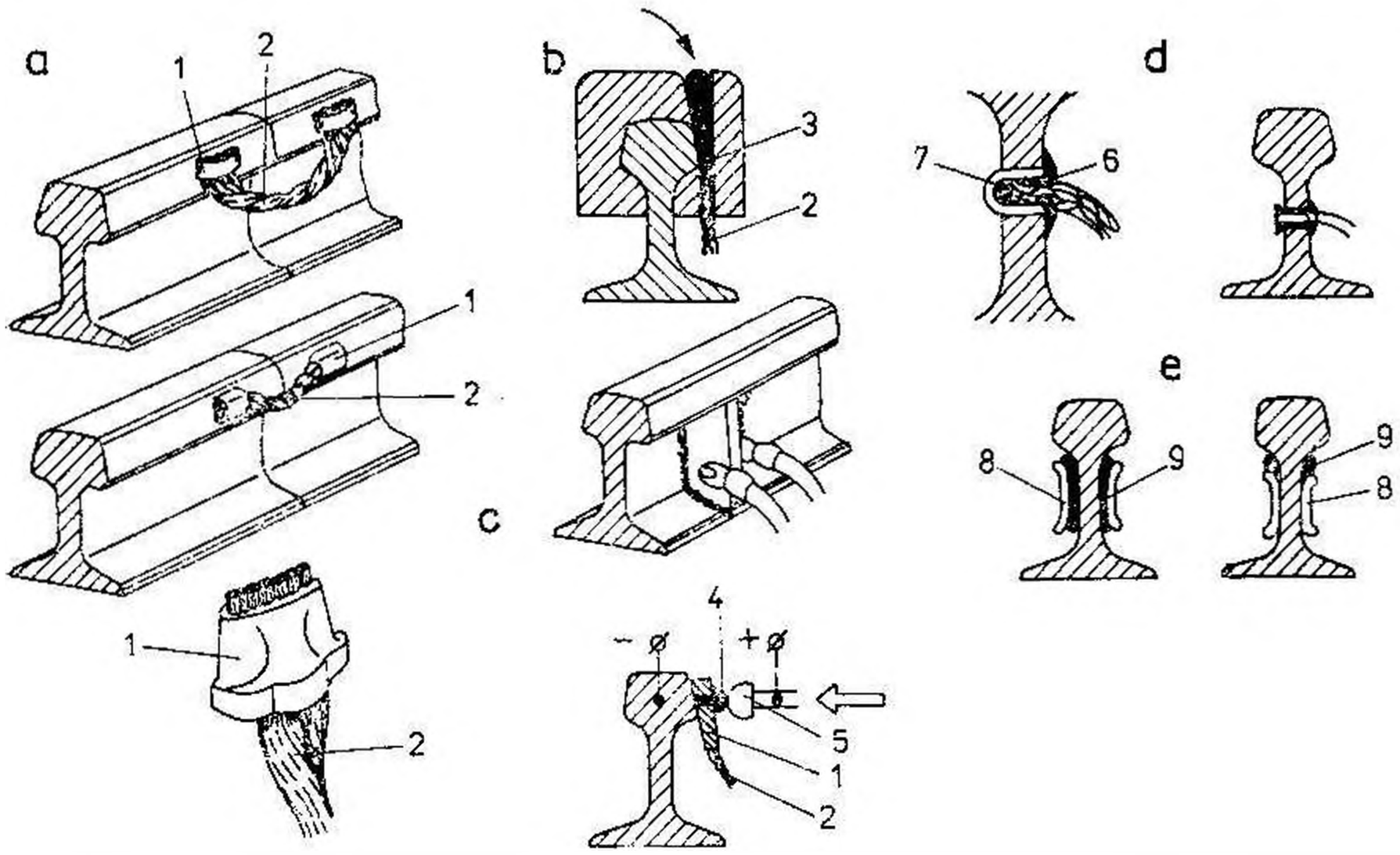
Na sieć powrotną składają się szyny kolejowe, łączone w miejscach naturalnych przerw za pomocą łączników oraz kable powrotne (rys. 13.4).

Sposobem zapewniającym najlepsze pod względem elektrycznym połączenie szyn jest spawanie lub zgrzewanie, stosowane w torach bezstykowych.

Elektryczne połączenie ze sobą odcinków i toków szyn oraz torów sprawiają ciągłe kłopoty, przede wszystkim ze względu na trudności łączenia przewodu z szyną (rys. 13.5). Łączniki poprzeczne i rozjazdowe są wykonane z liny miedzianej 95 mm^2. Przewody ułożone w tłuczniu podtorza izoluje się od ziemi, najczęściej przez owinięcia taśmą izolacyjną lub umieszczenie w rurze izolacyjnej. Na czas wykonywania prac torowych (np. wymiany szyny), w przypadkach uszkodzeń łączników itp. stosuje się łączniki prowizoryczne, mocowane zaciskiem śrubowym do stopki szyny. Na liniach zelektryfikowanych, wyposażonych w urządzenia blokady samoczynnej, w torze wydziela się odcinki izolowane. W celu zapewnienia zamknięcia się obwodu trakcyjnego przez odcinek izolowany należy oddzielić obwody trakcyjnej od obwodów blokady, zasilanych w tych przypadkach prądem przemiennym. Do tego celu służą dławiki torowe (rys. 13.6). Podobnie — przez dławiki są łączone do szyn kable powrotne.

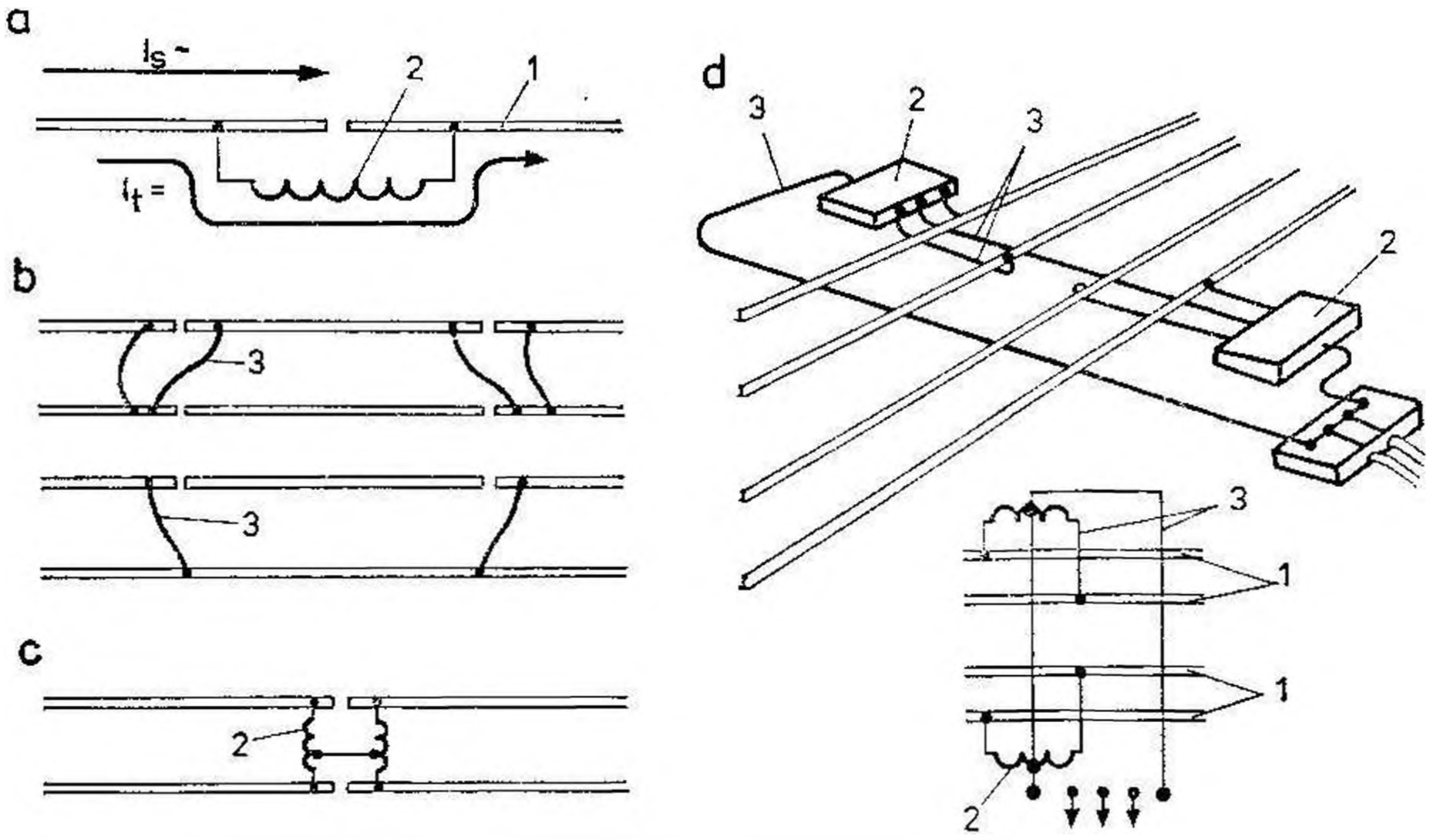


13.4.
Połączenie sieci powrotnej [36]
1 — łączniki podłużne, *2* — łączniki międzytokowe, *3* — łączniki międzytorowe, *4* — łączniki szyn z kablem powrotnym, *5* — kabel powrotny



13.5. Łączniki szynowe

a — linkowe spawane i specjalna końcówka, *b* — łączenie metodą termitową, *c* — łączniki lutospawane, *d* — łączenie metodą wybuchową, *e* — łączenie za pomocą smaru przewodzącego
1 — końcówka stalowa, *2* — linka miedziana, *3* — spaw termitowy, *4* — bolec łatwo topliwy, *5* — element dociskający i nagrzewający, *6* — końcówka wybuchowa, *7* — materiał wybuchowy, *8* — łubek, *9* — pasta przewodząca



13.6. Sieć powrotna na odcinku izolowanym

a — zasada działania, *b* — odcinek izolowany i połączenie bezpośrednie, *c* — połączenie i dławik, *d* — rozmieszczenie dławików i skrzyni połączeniowej;
1 — szyna, *2* — dławik, *3* — połączenie elektryczne

13.4.2. Uszynienia

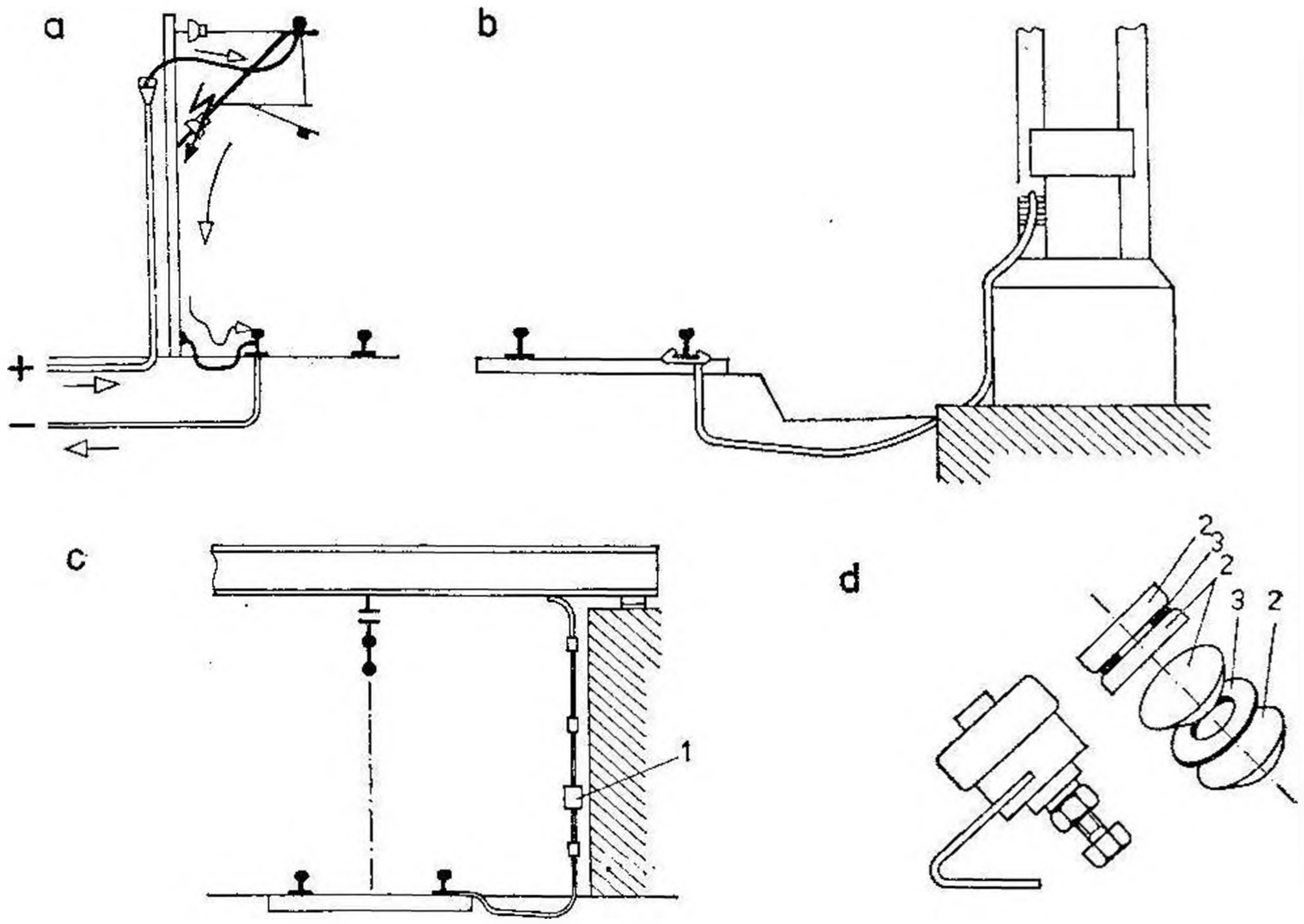
W określonych warunkach pracy sieci trakcyjnej niektóre elementy jej konstrukcji, normalnie nie znajdujące się pod napięciem, mogą mieć pewien potencjał w stosunku do ziemi.

Przyczyną pojawienia się potencjału na częściach połączonych z ziemią mogą być prądy błądzące, a ściśle — wywołany przez nie rozkład potencjału w ziemi. W takich przypadkach wartość potencjału nie przekracza kilkunastu, wyjątkowo kilkudziesięciu woltów. Znacznie groźniejsze są przypadki uszkodzenia izolacji głównej i przeniesienie się potencjału sieci jezdnej na konstrukcję.

W celu ochrony nieizolowanych elementów przed skutkami pojawienia się na nich potencjału, łączy się je z siecią powrotną — szynami — i dlatego takie połączenie nazywa się uszynieniem. Uszkodzenie izolacji głównej i przeniesienie się potencjału sieci jezdnej na uszynione konstrukcje powoduje więc zwarcie i samoczynne wyłączenie danego odcinka sieci przez wyłączniki w podstacjach (rys. 13.7*a*) [36].

Uszynienia konstrukcji wsporczych wykonuje się indywidualnie za pomocą prętów stalowych połączonych z konstrukcją i szyną za pomocą spawania lub zacisków (rys. 13.7*b*) [36]. Dłuższe uszynienia, w celu zmniejszenia rezystencji, wykonuje się przewodem miedzianym.

Na torach stacyjnych lub liniach z blokadą samoczynną połączenie konstrukcji z szyną nie może być wykonane w dowolnym miejscu (np. na odcinku izolowanym, na roz-



13.7. Uszynienia konstrukcji wsporczych [36]

a — obwód zwarciowy, *b* — uszynienia indywidualne, *c* — uszynienia przez iskiernik, *d* — iskiernik *1* — iskiernik, *2* — elektrody iskiernika, *3* — przekładka izolacyjna

jeździe) i wtedy wykonuje się uszynienia grupowe, łączące konstrukcje wsporcze poza odcinkiem izolowanym lub z dławikiem. Przewody uszynień grupowych są prowadzone na wierzchołkach konstrukcji wsporczych linką stalowo-aluminiową, mocowaną za pomocą specjalnych uchwytów i zacisków. Przy skomplikowanym układzie sieci, na przykład w stacjach, uszynienia grupowe są prowadzone w ziemi linką aluminiową w izolacji.

Elementy konstrukcji sieci mocowane do słupów betonowych są uszyniane za pomocą przewodów (miedzianych, stalowo-aluminiowych, aluminiowych, stalowych prętów lub płaskowników) prowadzonych po wierzchu konstrukcji. Przewody uszyniające, prowadzone wewnątrz konstrukcji betonowej, mogłyby stykać się z prętami zbrojenia i w wyniku przepływu prądów błądzących — powodować korozję zbrojenia.

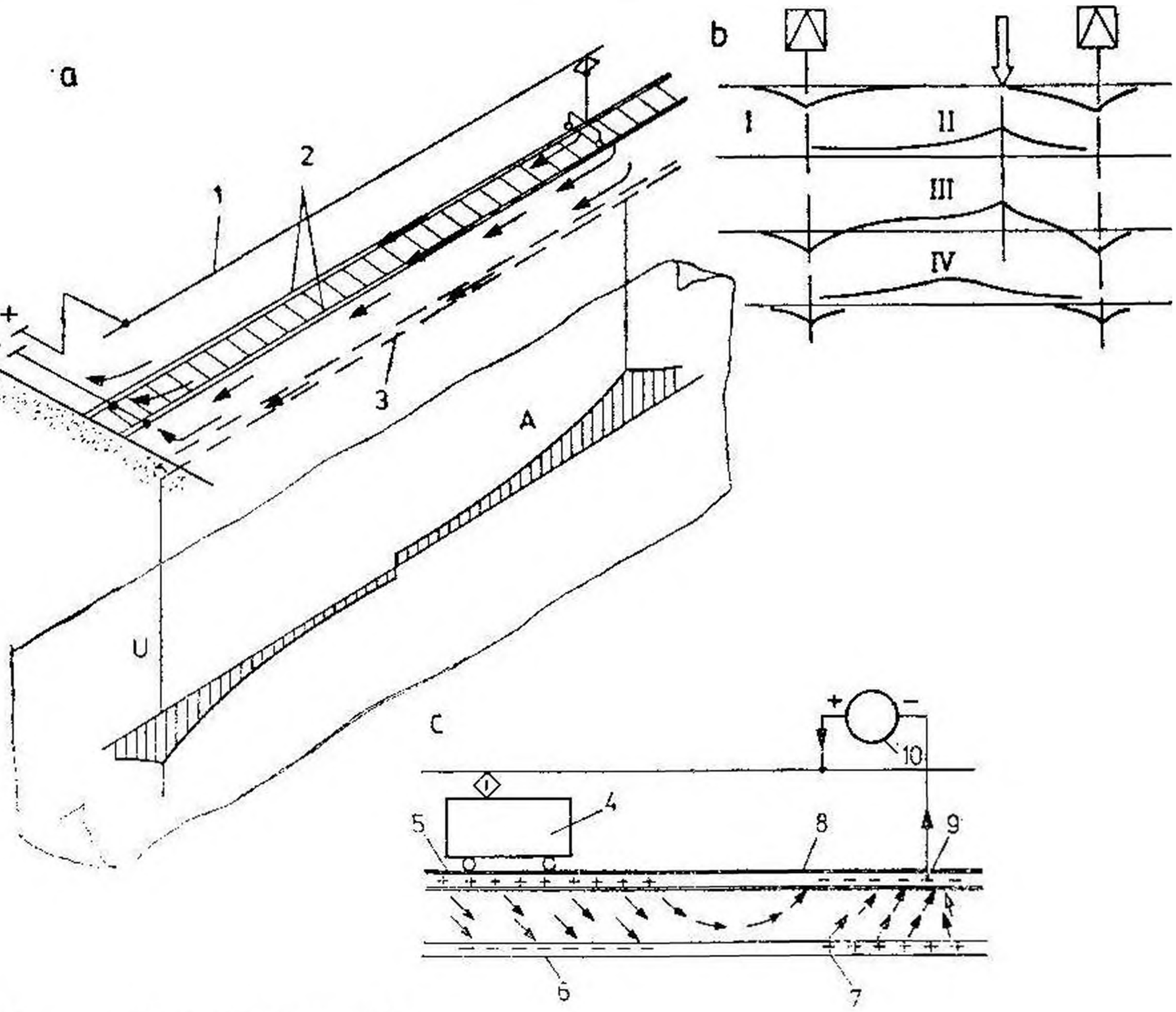
Konstrukcje wsporcze ustawione w miejscach publicznych (np. na peronach), ze względu na bezpieczeństwo osób mogących przypadkowo dotknąć konstrukcji, są uszyniane za pomocą dwóch niezależnych przewodów.

Duże konstrukcje metalowe (mosty, wiadukty, kładki), mające dobre połączenie z ziemią, są uszyniane nie bezpośrednio lecz przez iskiernik (rys. 13.7*c*) [36]. W normalnych warunkach pracy iskiernik odcina konstrukcję od prądów błądzących, a przy pojawieniu się niebezpiecznego potencjału na konstrukcji, następuje przebicie przerwy iskrowej i połączenie konstrukcji z szyną (rys. 13.7*d*) [36].

13.4.3. Prądy błądzące

Sieć trakcyjna składa się z sieci jezdnej i sieci powrotnej, główna uwaga konstruktorów jest jednak skupiona tylko na sieci jezdnej. Sieć powrotna, składająca się w głównej mierze z szyn toru, jest traktowana jako coś naturalnego, co istnicje niezależnie od sieci i wystarczy połączenie szyn z podstacją, aby sprawę rozwiązać. W rzeczywistości sprawy związane z pracą sieci powrotnej są nie mniej skomplikowane niż konstrukcja sieci jezdnej. Są tym trudniejsze do rozwiązania, że dotychczas właściwie nie zbadano do końca wszystkich zjawisk i nie określono jednoznacznie wpływów warunków zewnętrznych na pracę sieci powrotnej. Szyny toru nie są idealnie odizolowane od ziemi i prąd z pojazdu trakcyjnego zamyka się nie tylko przez szyny, ale również równoległą drogą — przez ziemię. Prąd w ziemi — zgodnie z prawem Kirchhoffa — popłynie drogą o najmniejszej rezystancji i jeśli w pobliżu toru znajdzie się metalowa rura lub warstwy ziemi lepiej przewodzące — tędy właśnie zamknie się obwód (rys. 13.8) [36]. Prądy trakcyjne, zamykające się przez ziemię, których drogę trudno przewidzieć, noszą nazwę prądów błądzących (rys. 13.8*c*). W pobliżu miejsca, w którym prąd z pojazdu trakcyjnego wpływa do szyn, szyny mają potencjał dodatni w stosunku do ziemi — jest to strefa anodowa. W miejscu przyłączenia kabla powrotnego szyny mają w stosunku do ziemi potencjał ujemny — jest to strefa katodowa.

Przy zasilaniu dwustronnym ujemnie potencjały szyn w stosunku do ziemi zmieniają wartość, zależnie od rozpływu prądów obciążenia, ich przybliżony schemat przedstawiono na rysunku 13.8*b*-I. Na te potencjały nakładają się potencjały dodatnie II, spowodowane przepływem prądu z pojazdu do szyn i sumaryczny potencjał będzie miał przebieg przedstawiony na rysunku 13.8*b*-III.



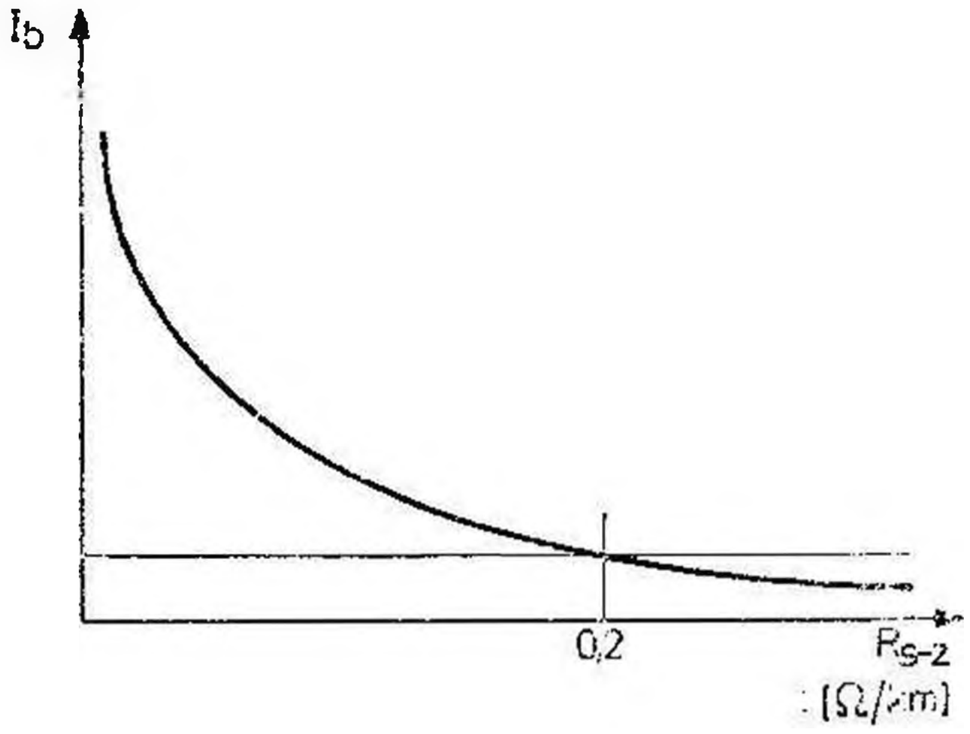
13.8. Prądy błądzące [36]

a — zjawiska, *b* — rozkład potencjałów, *c* — powstanie prądów błądzących
1 — sieć jezdna, *2* — szyny, *3* — rura metalowa, *4* — wagon silnikowy, *5* — strefa anodowa szyn, *6* — strefa katodowa urządzenia podziemnego, *7* — strefa anodowa urządzenia, *8* — strefa katodowa szyn, *9* — punkt powrotny, *10* — podstacja; *A* — strefa anodowa, *U* — strefa katodowa

Analizując wartości potencjału dla różnych położeń odbioru (pojazdu) na odcinku między podstacjami otrzymalibyśmy w wyniku linię IV (rys. 13.8*b*). Na pewnej długości potencjał może zmieniać wartość zależnie od obciążenia i jego położenia; na znacznej długości odcinka ma wartość dodatnią, w pobliżu podstacji — wartość ujemną. Wartość natężenia prądu poza szynami nie ma praktycznie żadnego znaczenia dla pracy pojazdu trakcyjnego, ma jednak ogromny — chociaż mało doceniany wpływ — na pracę urządzeń podziemnych oraz konstrukcji metalowych elektrycznie połączonych z ziemią. Wartość natężenia prądu w ziemi zmienia się w sposób trudny do określenia, zależny od bardzo wielu czynników, m. in. rezystancji szyn, rezystancji przejścia szyna-ziemia, rozkładu obciążeń podstacji, odległości między podstacjami. Są podejmowane próby teoretycznego określenia przebiegu i wartości prądu, dość dobre przybliżenie daje wykres pokazany na rysunku 13.9 [36]. Praktycznie minimalną wartość prądu ucieczki uzyskuje się przy rezystancji sieci powrotnej 0,2 Ω/km. Dla linii zelektryfikowanych można przyjąć jako dopuszczalną rezystancję jednej szyny (jednego toku) nie więcej niż 0,5 Ω/km.

Należy przypuszczać, że przy dużych obciążeniach, spowodowanych zwiększeniem masy pociągów i zwiększeniem prędkości, rezystancję szyn trzeba będzie zmniejszyć.

Prądy błądzące, spływające do ziemi w strefie anodowej, powodują korozję elektrolityczną metalowych części toru (np. zbrojenia podkładów betonowych), w strefie katodowej (anodowej dla instalacji podziemnych) — korozję instalacji. Korozja instalacji podziemnych powoduje groźne w skutkach uszkodzenia powłok, kabli, rurociągów, fundamentów — w miejscach trudnych do przewidzenia i zlokalizowania. Prędkość procesu korozji w danym miejscu jest wprost proporcjonalna do gęstości prądu. W ciągu roku prąd o natężeniu 1A niszczy, w zależności od składu chemicznego gleby, średnio około 9 kg żelaza, 34 kg ołowiu, 3 kg aluminium.

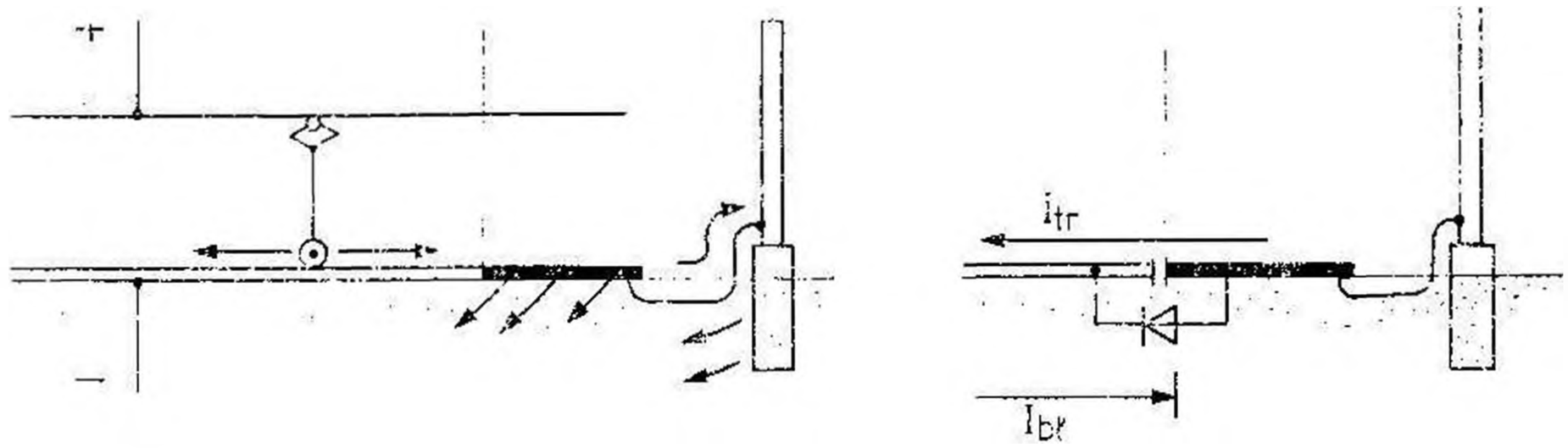


13.9.
Zależność natężenia prądów błądzących od rezystancji przejścia szyna — ziemia [36]

W lokomotywowniach, stacjach postojowych, warsztatach szyny torów są bardzo słabo (lub wcale) izolowane od ziemi, ponadto wszystkie części metalowe powinny być — ze względów bezpieczeństwa — uszynione, co stanowi drogę ucieczki prądów błądzących. W tych przypadkach zaleca się stosowanie wstawek izolacyjnych w rurach i kablach, ale jest to sposób mało skuteczny. Najkorzystniejsze jest sekcjonowanie sieci powrotnej i zupełne odizolowanie odcinków o małej rezystancji względem ziemi. W celu zamknięcia obwodu trakcyjnego stosuje się element zaworowy (rys. 13.10).

Ograniczenia prądów błądzących można uzyskać różnymi sposobami:

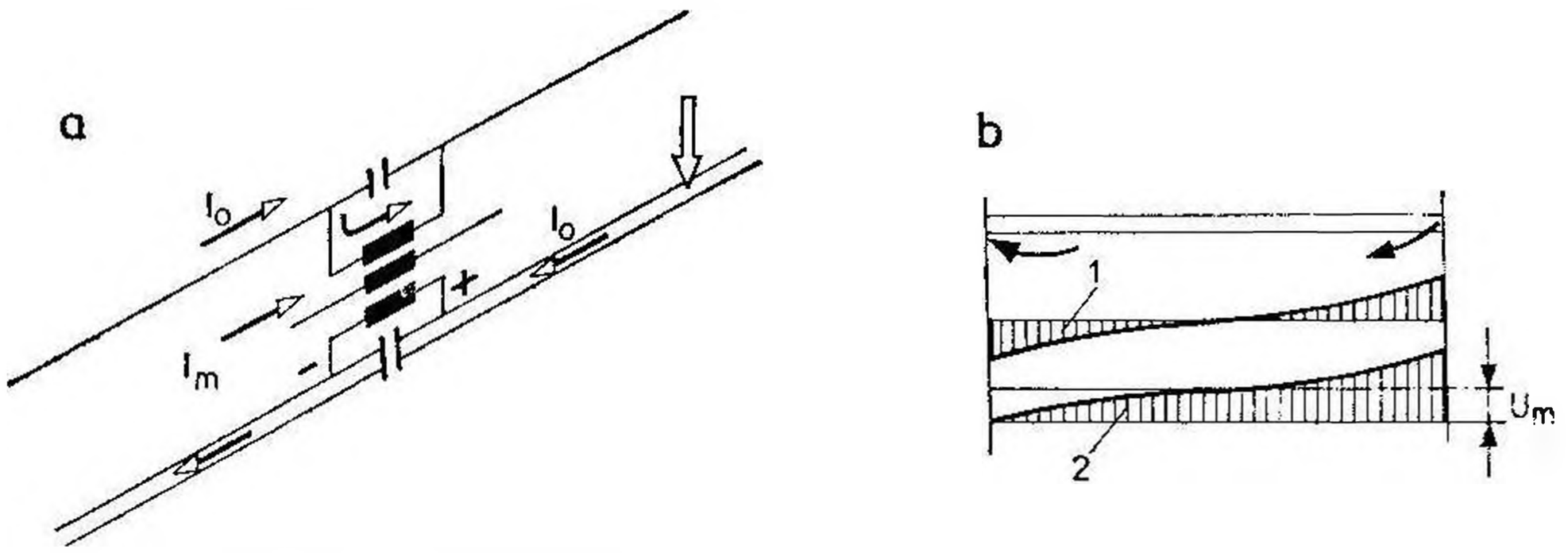
— zapewnieniem odpowiedniej izolacji szyn od ziemi, m. in. utrzymaniem czystości tłucznia, elektrycznym oddzieleniem od torów szlakowych kozłów oporowych i torów piaskowych, staranną izolacją na mostach, izolacją od ziemi dodatkowych instalacji;



13.10. Ochrona z zastosowaniem zaworu

— zapewnieniem małej rezystancji szyn i łączników szynowych (rezystancja łączników nie powinna zwiększać ogólnej rezystancji sieci powrotnej więcej niż 20%);
— w warunkach nierównomiernego obciążenia podstacji, na przykład przez odcinki o różnym pochyleniu, konieczne jest zastosowanie łączników międzytokowych i międzytorowych;
— zapewnieniem równomiernego obciążenia podstacji (dwukrotna nierównomierność zwiększa prądy błądzące o 30–50%).

W niektórych warunkach, zwłaszcza w obszarach miejskich, gdzie nakładają się na siebie prądy błądzące z różnych źródeł (tramwaj, metro, kolej) środki te mogą okazać się niewystarczające i konieczne staje się stosowanie środków specjalnych. Jednym z takich środków, stosowanych zwłaszcza w sieciach metra, jest zwiększenie dodatniego potencjału szyn w strefie anodowej, przez włączenie do szyn źródła prądu — dławika podmagnesowywanego proporcjonalnie do wartości prądu obciążenia (rys. 13.11).



13.11. Ochrona przez zmianę potencjału w strefie anodowej

a — sposób włączenia dławika domagnesowującego, *b* — układ potencjałów
1 — przed włączeniem dławika, *2* — po włączeniu dławika, I_o — prąd obciążenia, I_m — prąd domagnesowujący, U_m — potencjał dodatkowy

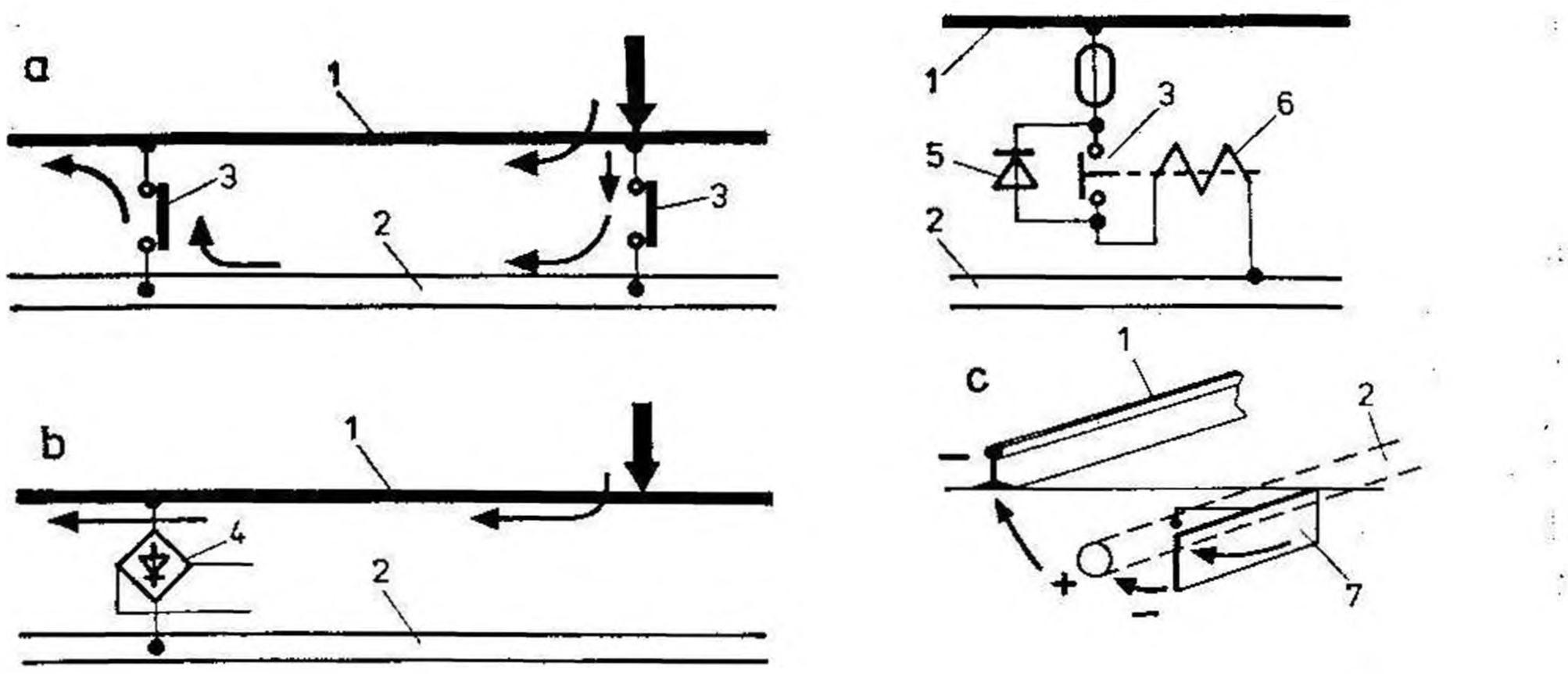
Do ochrony urządzeń podziemnych przed korozją elektryczną stosuje się ochrony bierne i czynne.

Bierna ochrona urządzeń polega na starannej izolacji tych urządzeń od ziemi, zwłaszcza w strefach katodowych (toru), stosowaniu izolacji podłużnej tych urządzeń, układania kabli i rurociągów poza zasięgiem prądów błądzących.

Najczęściej stosowane **ochrony czynne** to: drenaż, ochrona katodowa i protektory.

Drenaż polega na połączeniu urządzeń podziemnych z szynami. Prądy błądzące sprowadzane do szyn przez te połączenia. W pewnych warunkach, np. przy wyłączeniu podstacji, urządzenia podziemne znalazłyby się w strefie katodowej, co jest bardzo niekorzystne. W tym przypadku połączenia trzeba przerwać, np. za pomocą stycznika sterowanego przekaźnikiem spolaryzowanym (rys. 13.12*a*).

W ochronie katodowej na chronione urządzenie podziemne jest podawany potencjał ujemny (w stosunku do szyn) z dodatkowego źródła, a zatem prądy błądzące nie będą odgałęziały się do tego urządzenia (rys. 13.12*b*).



13.12. Ochrony czynne

a — drenaż, *b* — ochrona katodowa, *c* — protektory
1 — szyny toru, *2* — chroniony obiekt (rura, kabel), *3* — styczniki, *4* — prostownik, *5* — zawór elektryczny, *6* — przekaźnik spolaryzowany, *7* — elektroda (protektor)

Podobnie działa ochrona anodowa — całe urządzenie musi mieć potencjał dodatni w stosunku do szyn. Instaluje się o dodatnim potencjale dodatkowe elektrody.
W pobliżu urządzeń podziemnych na trasie co kilkadziesiąt metrów instaluje się o dodatnim potencjale dodatkowe elektrody. Opisane urządzenia są skuteczne, jednak konieczne jest stosowanie elementów łączeniowych i dodatkowych źródeł zasilania. Znacznie wygodniejsza jest ochrona zwana protektorową, polegająca na elektrycznym połączeniu z chronionym urządzeniem elektrod wykonanych ze stopu magnezu, mających ujemny potencjał elektrochemiczny w stosunku do żelaza, aluminium, ołowiu — metali występujących w urządzeniach podziemnych (rys. 13.12*c*). Ochrona taka działa więc jak ochrona katodowa, bez konieczności instalowania dodatkowych źródeł napięcia. Ze względu na małą wartość potencjału elektrochemicznego ochrona protektorowa działa skutecznie tylko przy prądach o małej wartości. Korozja wywołana prądem błądzącym teoretycznie nie powinna wystęować przy prądzie przemiennym. Z obserwacji i badań prowadzonych przez zarządy kolei zelektryfikowanych prądem przemiennym wynika, że w takich przypadkach następuje przyspieszona korozja, chociaż nie w tak dużych rozmiarach, jak przy prądzie stałym. Przypuszcza się, że prąd przemianny, chociaż nie powoduje korozji elektrolitycznej zapoczątkowuje i przyspiesza korozję chemiczną.

13.5. Zagrożenie pożarowe i wybuchowe obiektów lokomotywowni

13.5.1. Magazyny karbidu

13.5.1.1. Zagrożenie pożarowe

Magazyny karbidu są przeznaczone do przechowywania bębnów blaszanych o średnicy 0,45 m i wysokości 0,60 m. Każdy bęben zawiera 100 kg karbidu. U góry bębna znajduje się pokrywa, po zdjęciu której można karbid wysypać.

482 Karbid jest produktem niepalnym, lecz w połączeniu z wodą wydziela palny i wybuchowy acetylen.
Pożar lub wybuch w magazynie karbidu może powstać wskutek ulatniania się acetylenu — w przypadku:
a — stosowania otwartego ognia (palenic tytoniu, spawanie itp.),
b — iskry spowodowanej uderzeniem metalu o metal,
c — zwarć w instalacji elektrycznej,
d — umyślnego podpalenia.
Pomieszczenia magazynowe zalicza się do:
1 — I kategorii niebezpieczeństwa pożarowego,
2 — kategorii W II zagrożenia wybuchem.

13.5.1.2. Wymagania budowlane

Magazyn karbidu *) należy lokalizować na terenie suchym, w odległości 10 m od acetylenowni, 20 m od magazynu gazów technicznych lub innego obiektu budowlanego, 20 m od dróg dojazdowych i 25 m od linii wysokiego napięcia.
Pomieszczenia składowe powinny być suche, jasne i dobrze przewietrzane, mieć lekki dach o masie własnej do 75 kg/m^2, bez podciągów i belek, skutecznie zabezpieczający przed opadami atmosferycznymi, podłoga składu powinna znajdować się co najmniej 30 cm nad terenem i być oddzielona od ziemi 30 cm warstwą izolacyjną zabezpieczającą przed wilgocią (piasek), bądź też izolacją powietrzną.
Przekrój kanału wentylacyjnego nie może być mniejszy niż 14 × 27 cm, tj. 378 cm^2 na każde 20 m^2 podłogi. Kanał należy wyprowadzić nie mniej niż 1,5 m ponad kalenicę dachu. Na zewnątrz otwory wentylacyjne muszą być zabezpieczone przed opadami atmosferycznymi [27].
Drzwi składów muszą się otwierać na zewnątrz, przy czym przejścia prowadzące do drzwi w składzie nie mogą być zastawione. Z magazynów o powierzchni powyżej 100 m^2 powinny być 2 wyjścia.
Szyby w oknach od strony naświetlenia słonecznego powinny być wykonane ze szkła matowego lub pomalowane białą farbą.

13.5.1.3. Instalacje i podręczny sprzęt pożarniczy

Ogrzewanie składów jest niedozwolone. Temperatura magazynu nie powinna przekraczać 35°C.
Jeśli do oświetlenia pomieszczenia składowego ma być użyte oświetlenie elektryczne, wówczas urządzenia elektryczne powinny być w wykonaniu przeciwwybuchowym, przy czym taki osprzęt elektryczny, jak wyłączniki i tablice rozdzielcze z bezpiecznikami należy umieścić na zewnątrz tego pomieszczenia. Na każde 100 m^2 powierzchni skła-

---

* Magazyn karbidu powinien mieć klasę C odporności ogniowej i być usytuowany w strefie pożarowej nie przekraczającej 4000 m^2.

dowej należy zainstalować w szafce na ścianie zewnętrznej pomieszczenia 1 gaśnicę śniegową GS-6X. Na drzwiczkach szafki koloru czerwonego należy zamieścić napis „Gaśnica".

13.5.1.4. Wskazania prewencyjne

Do otwierania bębnów z karbidem nie wolno używać płomienia lub narzędzia rozgrzanego, czy też wytwarzającego iskry. W pomieszczeniu składowym nie wolno przechowywać materiałów palnych oraz butli z gazami technicznymi, takimi jak ciekłe powietrze, ciekły tlen oraz sprężony chlor. Z magazynu należy usuwać bębny popękane lub zardzewiałe, gdyż karbid absorbuje wilgoć z rdzy, wytwarzając acetylen.
Resztki pyłu karbidowego z bębna należy zawsze usuwać możliwie dokładnie. Następnie resztki tego pyłu należy unieszkodliwić przynajmniej 10-krotną (na wagę) ilością wody, na wolnym powietrzu, z dala od otwartego płomienia lub żaru, aż gaz przestanie się zupełnie wydobywać.
Palenie tytoniu oraz wchodzenie z przedmiotami żarzącymi się lub płonącymi w składach karbidu, jak i w ich pobliżu, jest zabronione.
Na wszystkich drzwiach należy umieścić tablice ostrzegawcze z napisem: „Skład karbidu. Nie upoważnionym wstęp wzbroniony".
„Nie zbliżać się i nie wchodzić z otwartym ogniem".
„Palenie tytoniu surowo zabronione. Do gaszenia pożaru nie używać wody".
Takie same ostrzeżenia umieszcza się na drzwiach podręcznego magazynu karbidu w acetylenowni.
Szczegółowe wymagania przeciwpożarowe podano w rozporządzeniu Ministrów Przemysłu i Handlu, Opieki Społecznej oraz Spraw Wewnętrznych z dnia 15 lipca 1935 r. o przechowywaniu karbidu przez zakłady przemysłowe (Dz. U. 1935, nr 59, poz. 383).

13.5.2. Stacje zgazowania tlenu ciekłego

W celu zapewnienia większej ilości ciekłego tlenu buduje się stacje zgazowania. 1 kg ciekłego tlenu ma objętość 0,88 dcm^3 i po zgazowaniu daje 773 dcm^3 tlenu gazowego.
Tlen ciekły jest to ciecz niebieskawa, przezroczysta i bardzo ruchliwa. Temperatura krytyczna tlenu wynosi $-118{,}8°C$. Pod normalnym ciśnieniem atmosferycznym ciekły tlen wrze w temperaturze $-183°C$. Na budowy dostarczany jest w cysternach samochodowych o pojemności od 600 do 3390 kg tlenu ciekłego.
Zbiornik wewnątrz cysterny jest wykonany z mosiądzu lub aluminium. Cysterna jest otoczona warstwą niepalnej izolacji termicznej. Z zewnątrz izolacja jest osłonięta stalowym płaszczem, który w celu lepszego odbijania promieni słonecznych maluje się farbą aluminiową.
Wokół zbiornika cysterny namalowany jest pas pomarańczowy szerokości ok. 300 mm oraz umieszczony napis: „Tlen ciekły" (PN-75/M-69210).
Instalacja zgazowania na budowach składa się ze zbiornika ciśnieniowego i parownicy powietrznej. Zbiornik ciśnieniowy napełnia się za pomocą agregatu pompowego umiesz-

czonego w autocysternie. Ciekły tlen ze zbiornika ciśnieniowego do parownicy powietrznej napływa pod ciśnieniem, gdzie na skutek naturalnej wymiany ciepła następuje zgazowanie ciekłego tlenu. Po zgazowaniu tlen jest odprowadzany rurociągami od punktów odbioru.

W przypadku gdy gaz osiągnie większe ciśnienie od wymaganego w parownicy, kieruje się go do przestrzeni gazowej zbiornika, skąd w przypadku dalszego wzrostu ciśnienia, nadmiar gazu cyklicznie odprowadza się przez zawór bezpieczeństwa.

W przypadku zaniku poboru tlenu gazowego na punktach odbioru następuje automatyczne odcięcie dopływu cieczy do parownicy.

13.5.2.1. Zagrożenie pożarowe i wybuchowe

Ciekły tlen powoduje reakcje egzotermiczne prowadzące do samozapalenia tłuszczów i innych materiałów organicznych. Z tego powodu warstwa tłuszczu na armaturze i przewodach może ulec samozapaleniu. Ponadto może nastąpić samozapalenie materiału organicznego zastosowanego do uszczelek połączeń kołnierzowych.

Pożar lub wybuch mogą spowodować również następujące czynniki:

— rozmrażanie szronu po zewnętrznej stronie urządzeń przy użyciu palników płomieniowych,
— prace spawalnicze podczas robót remontowych bez podjęcia środków zabezpieczających,
— zatłuszczone ręce, odzież i narzędzia pracowników obsługujących aparaturę,
— rozerwanie skorodowanych zbiorników lub przewodów, nieszczelne zawory bezpieczeństwa, manometry, poziomowskazy oraz inne przyrządy pomiarowe,
— wyładowanie atmosferyczne,
— wyładowania elektryczności statycznej,
— umyślne podpalenia.

Stacje zgazowania tlenu ciekłego zalicza się do V kat. niebezpieczeństwa pożarowego. Wymagania budowlane i instalacyjne podano w rozporządzeniu Ministra Pracy i Opieki Społecznej oraz Zdrowia 15 maja 1954 r.

Stacje zgazowania tlenu ciekłego należy lokalizować w odległościach od:

— budynków warsztatowo-produkcyjnych 20 m,
— magazynów technicznych 20 m,
— bateriowozów z tlenem 10 m,
— bateriowozów z acetylenem 30 m,
— magazynów cieczy łatwo zapalnych 20 m,
— budynków administracyjnych, stołówek, hoteli itp 50 m.

W celu zapewnienia dojazdu autocysterny z ciekłym tlenem plac przed zbiornikiem ciśnieniowym powinien mieć średnicę 18 m i łuk skrętu 12 m i być utwardzony, z uwzględnieniem obciążenia 320 kN. Droga dojazdowa o szerokości 6 m powinna być raczej prosta na długości minimum 10 m przed stacją i 14 m za stacją, mierząc od osi zbiornika.

Zbiornik ciśnieniowy, w kształcie walczaka stojącego, umocowanego na czterech stalowych wspornikach na płycie fundamentowej, ma podwójne ścianki z izolacją proszkowo-

próżniową i dlatego nie wymaga zadaszenia. Zbiornik wewnętrzny jest zabezpieczony za pomocą zaworu i płytki bezpieczeństwa, analogicznie płaszcz zewnętrzny. Urządzenia sterujące, pomiarowe i regulujące znajdują się w szafce rozdzielczej przymocowanej do płaszcza zewnętrznego.

Parownica powietrzna, w której skroplony gaz doparowuje kosztem ciepła pobranego z otoczenia, wykonana jest z rur użebrowanych wzdłuż.

Wysokość zbiornika wynosi 6,8 do 8,75 m. Ciśnienie robocze w zbiorniku ma wartość 206 MPa, a w odparowywaczu powietrznym 3,14 MPa.

Zasilanie energią elektryczną musi odpowiadać wysokiemu natężeniu prądu rozruchowego. Stosuje się wyłączniki dźwigniowe minimum 60 A gniazdko wtyczkowe również 60 A, gniazdko i wyłącznik w wykonaniu zewnętrznym.

Przyłącze do dopływu energii elektrycznej musi być umieszczone na zewnątrz ogrodzenia stacji zgazowania.

Wszystkie urządzenia należy osłonić instalacją piorunochronną zgodną z zarządzeniem nr 16 Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 26 sierpnia 1972 r.

Przyrządy pomiarowo-kontrolne powinny być fabrycznie przeznaczone do tlenu oraz zaopatrzone w napisy „Tlen, nie oliwić".

Stację zgazowania tlenu należy ogrodzić siatką metalową w odległości co najmniej 10 m od aparatury, zaś plac traktować jako strefę ochronną nie zastawioną w szczególności materiałami palnymi.

Wewnątrz placu, obok rozdzielni, w szafce koloru czerwonego należy umieścić agregat proszkowy AP-50.

Zgodnie z normą PN-75/M-60210 w połowie wysokości odgazowywacza maluje się pas koloru pomarańczowego o szerokości 200 mm. Barwny napis „Tlen ciekły" koloru czarnego wykonuje się pośrodku pasa literami o wysokości 100 mm.

W punkcie połączenia odgazowywacza z rurociągiem montuje się reduktor o maksymalnej przepustowości 500 m^3 gazu na godzinę.

13.5.2.2. Wskazania prewencyjne

Instalację powinna cechować odpowiednia wytrzymałość i całkowita szczelność.

Dla zbadania szczelności do przewodów podłącza się suche bezolejowe powietrze sprężone lub azot pod ciśnieniem równym 1,1 maksymalnego ciśnienia roboczego. Lokalne nieszczelności można wykrywać przy użyciu środków pianotwórczych. Próby szczelności należy przeprowadzać w odstępach półrocznych.

Wszystkie elementy aparatów rozdzielczych, ich zewnętrzne króćce i połączenia rurowe, których temperatura podczas pracy jest niższa od $-20°C$, muszą mieć dokładną izolację termiczną, szczelną i niepalną.

Urządzenia tlenowe muszą być dokładnie odtłuszczone i pozbawione związków organicznych.

Rurociągi odtłuszcza się i osusza stosując czterochlorek węgla (tetry), a po odprowadzeniu par i resztek kondensatu tetry przedmuchuje się osuszonym i odolejonym sprężonym azotem lub powietrzem.

Czystego tlenu nie wolno używać do przedmuchiwania rurociągów, aparatów jak i wszelkiego rodzaju kanałów, gdyż to może grozić pożarem, a nawet wybuchem.
Nie należy dopuszczać do zetknięcia tetry z rozgrzaną miedzią, gdyż wydziela się wtedy trujący gaz fosgen.
Uszczelniając armaturę i połączenia kołnierzowe przeznaczone do pracy z tlenem nie wolno używać materiałów organicznych. Wszelkie urządzenia (armatura i rurociągi) muszą bać dokładnie oczyszczone, a dla tlenu — dodatkowo odtłuszczone.
Przy obsłudze urządzeń, z których może wydobywać się tlen, należy zawsze używać czystej i nie zatłuszczonej odzieży lnianej lub bawełnianej.
Przy pracy w atmosferze tlenu wszelkie czynności należy wykonywać ostrożnie, aby przy uderzeniu mechanicznym, obciążeniach lub tarciu nie powstała iskra, która może być impulsem do powstania pożaru.
Wszystkie urządzenia zamykające, zwłaszcza pojemniki tlenu, należy otwierać powoli i płynnie. Zawory należy obsługiwać ręcznie bez użycia dźwigni, kluczy itp.
Po zakończeniu pracy w atmosferze tlenowej należy dokładnie przewietrzyć odzież nasiąkniętą tlenem, a dopiero ewentualnie zapalić papierosa lub zbliżyć się do otwartego ognia.
Przy pracach ze skroplonym tlenem należy używać: rękawów tekstylnych, osłony na twarz, wysokich butów i czystego ubrania.
Oszronienia tworzące się na rurociągach i urządzeniach nie mogą być usuwane ogniem, a tylko parą lub gorącym powietrzem.
Wykrywanie nieszczelkości przy użyciu ognia jest zabronione.
Do oświetlenia wolno używać lamp o napięciu 24 V z siatką ochronną oraz kabla z elastyczną ochroną.
W razie powstania ognia w rurociągu należy ten odcinek wyłączyć za pomocą zaworów odcinających.
Przy wejściu należy wywiesić ostrzeżenie: „Palenie zabronione".

13.5.3. Stacje paliw płynnych

Stacjami paliw są budowle i urządzenia, w których magazynuje się i wydaje paliwa płynne.
Na terenie lokomotywowni znajdują się stacje paliw płynnych składających się z budynku, odmierzaczy (dystrybutorów) paliw, najczęściej osłoniętych wiatą, a także zbiorników na paliwa płynne (olej napędowy).

13.5.3.1. Zagrożenie pożarowe i wybuchowe

Pożar, a nawet wybuch zbiorników z paliwem na terenie stacji paliw płynnych może spowodować:
— zapalenie papierosów w pobliżu dystrybutorów, studzienki nalewowej i przewodu odpowietrzającego,
— prowadzenie prac spawalniczych,

— spalanie smarów i innych materiałów palnych znajdujących się w obrębie stacji,
— niesprawna instalacja elektryczna,
— stosowanie niesprawnych i niewłaściwych urządzeń ogrzewczych (piecyków żeliznych, piecyków elektrycznych z otwartą spiralą, kuchenek nieprawidłowo ustawionych itp.) w pomieszczeniach biurowych,
— wyładowanie atmosferyczne skierowane w budynki i urządzenia nie osłonięte instalacją piorunochronną,
— umyślne podpalenie.

Poszczególne obiekty można zaliczyć do następujących kategorii:
— magazyn smarów — do III kategorii niebezpieczeństwa pożarowego,
— kiosk administracyjny, szatnie i węzeł sanitarny — do kategorii ZL III zagrożenia ludzi,
— dystrybutory, zbiorniki paliwowe wraz z armaturą — do I kategorii niebezpieczeństwa pożarowego i kategorii W I zagrożenia wybuchem.

Od studzienki nalewowej i przewodu odpowietrzającego zbiorników paliwowych przyjmuje się następujące wymiary stref zagrożenia wybuchem:
— w górę (H) 1,5 m,
— na poziomie wydzielania (R) 5 m,
— przy ziemi (pełzanie) 12 m.

Szczegółowe wymagania przeciwpożarowe są zawarte w postanowieniach rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych oraz Przewodniczącego Komitetu Budownictwa, Urbanistyki i Architektury z dnia 11 czerwca 1962 r.

13.5.3.2. Lokalizacja i wymagania budowlane

W celu przeciwdziałania przeniesieniu ognia i ze stacji paliw płynnych na stację kolejową, należy stację paliw zlokalizować w dostatecznej odległości od dróg publicznych i obiektów budowlanych. Odległość ta powinna wynosić co najmniej:
— 30 m od krawędzi jezdni ulic w miastach i osiedlach oraz dróg publicznych I i II klasy (międzywojewódzkich i międzygminnych),
— 20 m od dróg pożarowych wewnątrz zakładów pracy,
— 30 m od granicy obszaru kolejowego,
— 40 m od osi toru kolejowego ogólnego użytku bez względu na rodzaj trakcji,
— 15 m od sieci tramwajowej,
— 1,5 wysokości słupa od sieci napowietrznej wysokiego napięcia,
— 15 m od wyjazdów i wjazdów do garaży podziemnych,
— 30 m od naziemnych elementów budowli ochronnych OC (obrony cywilnej),
— 50 m od budynków użyteczności publicznej,
— 10 m od budynków konstrukcji niepalnej IV i V kat. niebezpieczeństwa pożarowego,
— 20 m od budynków I i II kat. niebezpieczeństwa pożarowego oraz budynków wysokich,
— 15 m od budynków kategorii niebezpieczeństwa pożarowego.

Podane odległości należy mierzyć od dystrybutora paliwa, studzienki nalewowej i przewodu odpowietrzającego.

Kioski stacji paliw płynnych, w których mogą być magazynowane i rozlewane oleje, powinny zostać wykonane co najmniej w klasie D odporności ogniowej z materiałów niepalnych. Oleje przeznaczone do rozlewania przechowywać należy w wydzielonym pomieszczeniu.

W przypadkach, w których kiosk ogrzewa się piecami ceramicznymi, drzwi wejściowe do kiosku nie mogą znajdować się od strony dystrybutora i studzienki nalewowej.

Wiata nad dystrybutorami i drogami dojazdowymi powinna być wykonana z materiałów niepalnych.

Dystrybutory powinny być ustawione na podwyższeniu (fundamencie) o wysokości nie mniejszej niż 15 cm.

Odległość dystrybutora od krawężnika podwyższenia nie może wynosić mniej niż 50 cm z każdej strony. Dystrybutorów nie wolno umieszczać na chodniku i w pasie przeznaczonym dla ruchu pieszego.

Nawierzchnia podwyższenia i podjazdu do stacji paliw płynnych powinna być twarda i zmywalna.

13.5.3.3. Instalacje paliwowe

Zbiorniki na stacji paliw płynnych mogą być wyłącznie podziemne, a ich łączna pojemność nie może przekraczać 100 000 dcm^3. Zbiorniki i rurociągi paliw płynnych powinny być oddalone co najmniej 10 m od budynków i podziemnych elementów budowli ochronnych OC, z wyjątkiem kiosków, które mogą być zlokalizowane bliżej, tzn. do 5 m oraz 2 m od rurociągów gazowych, wodnych i kanalizacyjnych i innych, jak również od kabli podziemnych.

Odległość między zbiornikami nie może wynosić mniej niż 1 m. Zbiorniki zagłębione pod jezdnią powinny mieć odpowiednią wytrzymałość. Zbiorniki i rurociągi powinny być uziemione, a zbiorniki — ponadto przykryte warstwą ziemi grubości co najmniej 1 m.

Przewód wlewowy do zbiornika powinien być zaopatrzony w hydrauliczne zamknięcie syfonowe. Przewód odpowietrzający powinien być umieszczony na najwyższej części zbiornika i nie może sięgać poniżej wewnętrznej ściany zbiornika.

Wylot tego przewodu powinien być wyprowadzony co najmniej 2 m nad powierzchnią ziemi i zaopatrzony w urządzenia zabezpieczające przed przedostaniem się ognia do zbiornika.

Studzienka nalewowa nie może znajdować się na jezdni. Zakończenie przewodów znajdujących się w studzience powinno być zabezpieczone przed dostępem osób niepowołanych.

Urządzenia do pomiarów paliwa w zbiornikach oraz nakrętki rury wlewowej i pomiarowej powinny być wykonane z materiałów nie powodujących iskrzenia.

Zbiorniki nieczynnych stacji paliw płynnych powinny być napełnione wodą i zabezpieczone przed dostępem osób niepowołanych.

13.5.3.4. Urządzenia elektryczne i alarmowe

Energia elektryczna do kiosków może być doprowadzona przewodami podziemnymi lub przewodami linii napowietrznej. Linia napowietrzna nie może być przeprowadzana ponad dystrybutorem i rurami odpowietrzającymi; powinna być doprowadzona do kiosku od strony przeciwległej w stosunku do miejsca ustawienia tych urządzeń.
W magazynie olejów i smarów instalacja elektryczna powinna być wykonana tak jak dla pomieszczeń niebezpiecznych pod względem pożarowym.
Urządzenia i instalacje elektryczne w dystrybutorach powinny być przeciwwybuchowe i o obudowie ognioszczelnej.
Na stacji paliw należy przewidzieć instalację piorunochronną. Kiosk należy wyposażyć w aparat telefoniczny.

13.5.3.5. Urządzenia sanitarne i sprzęt pożarniczy

Najbezpieczniejsze jest ogrzewanie centralne wodne lub powietrzne. Dopuszcza się ogrzewanie kiosków piecami na paliwa stałe (węgiel, koks, drewno), pod warunkiem umieszczenia paleniska w pomieszczeniu biurowym i zabezpieczenie wylotu kominowego przed wydostawaniem się iskier. W razie umieszczenia na terenie stacji lub w jej bezpośrednim sąsiedztwie wpustów kanalizacyjnych, na odpływach tych wypustów należy zakładać urządzenia zabezpieczające przed przenikaniem paliw do kanalizacji.
Stacje paliw płynnych należy wyposażyć w następujący podręczny sprzęt gaśniczy: 1 koc gaśniczy na każdy dystrybutor, 1 gaśnicę śniegową GS-6X na 1 dystrybutor, natomiast 2 gaśnice śniegowe GS-6X na 2 i więcej dystrybutorów.

13.5.3.6. Wskazania prewencyjne

Napełnianie zbiorników powinno się odbywać w okresie najmniejszego nasilenia ruchu lokomotywy i nie może następować w czasie burzy.
Cysterna w czasie opróżniania, podczas napełniania zbiorników paliwem, powinna być uziemiona.
W czasie napełniania zbiorników wydawanie paliwa powinno być wstrzymane. W tym czasie lokomotywy oczekujące na pobranie paliwa powinny znajdować się w odległości nie mniejszej niż 10 m od cysterny.
Na terenie stacji paliw płynnych, poza pomieszczeniem kiosku, obowiązuje zakaz palenia tytoniu i używania otwartego ognia, o czym powinny informować odpowiednie znaki i napisy „Palenie zabronione".

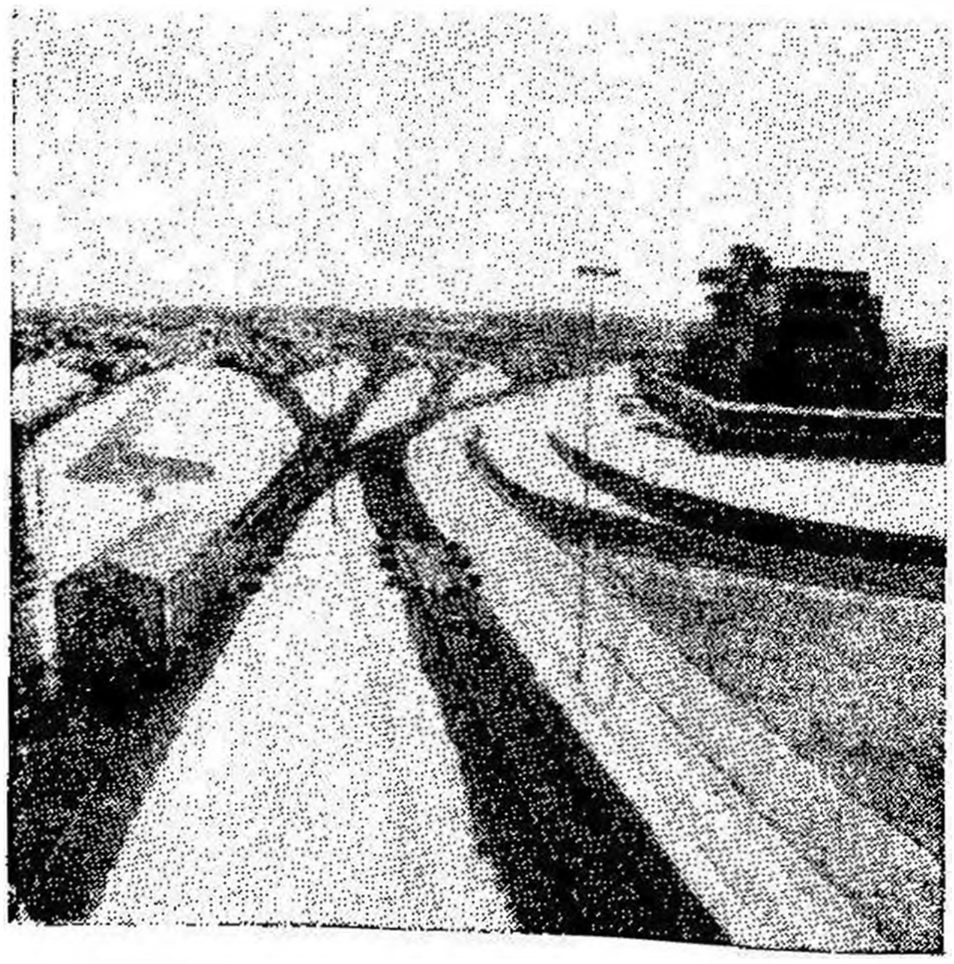
14

Nowoczesne kierunki rozwoju niektórych dziedzin transportu kolejowego na świecie

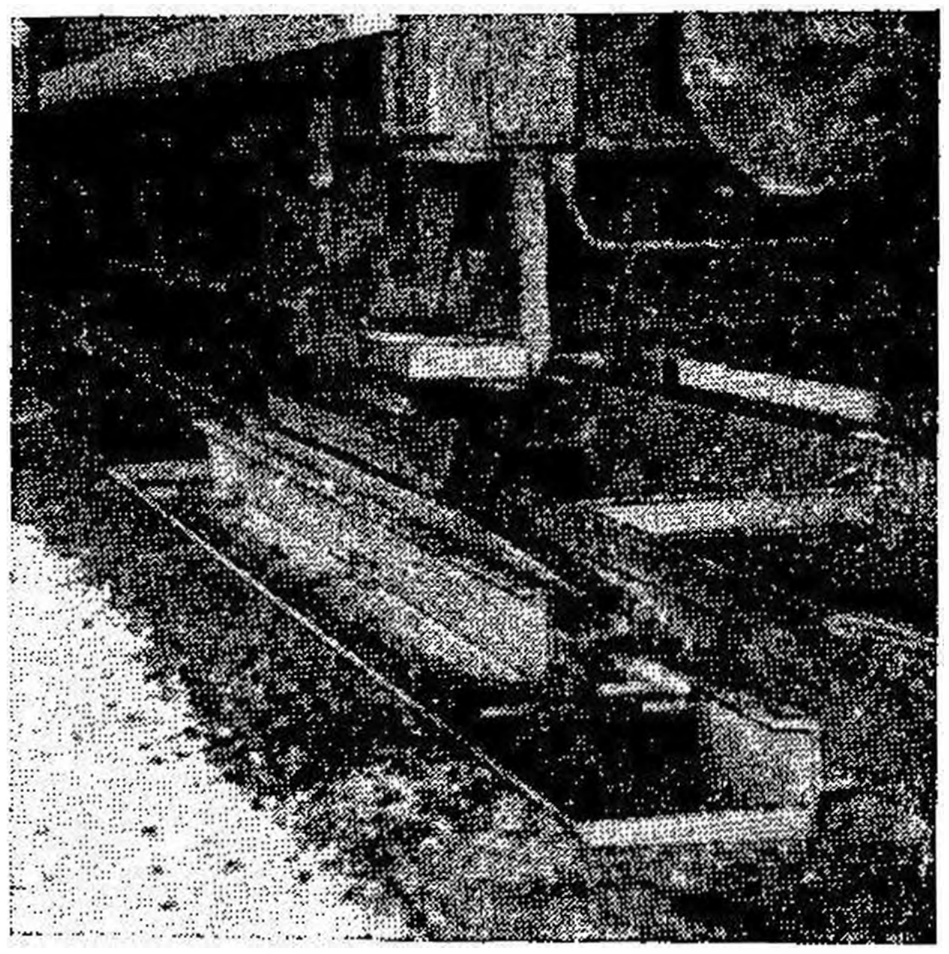
14.1. Automatyzacja pracy manewrowej na stacjach rozrządowych

Automatyzacja pracy manewrowej obejmuje m. in. automatyzowanie regulowania prędkości ruchu odprzęgów wagonowych w strefie podziałowej i na torach kierunkowych.

Na nowoczesnych stacjach rozrządowych (rys. 14.1) stosuje się IV stopień automatyzacji, którego koszty sięgają ok. 850000 marek na jeden tor kierunkowy. Ten stopień automatyzacji zapewnia osiągnięcie maksymalnej wydajności godzinowej 350 wag/h (5,83 wag/min). Jako hamulce torowe docelowe stosuje się hamulce gumowe (elastomerowe) typu TG (rys. 14.2), które opóźniają wszystkie odprzęgi do stałej prędkości wyjazdowej $v = 1{,}25 \pm 0{,}25$ m/s. Trwałość hamulca TG wynosi 2—3 lata eksploatacji (ok. 600000 zahamowań). W celu doprowadzenia dopychanych wagonów do stanu



Rys. 14.1
Widok z górki rozrządowej zautomatyzowanej stacji rozrządowej Maschen



Rys. 14.2
Hamowanie wagonu hamulcem elastomerowym na zautomatyzowanej stacji rozrządowej Maschen

Rys. 14.3
Urządzenie przemieszczające wagon na torach kierunkowych zautomatyzowanej stacji rozrządowej Maschen

Rys. 14.4
Wnętrze nowoczesnej nastawni rozrządowej na zautomatyzowanej stacji rozrządowej Maschen

gotowości w procesie sprzęgania, w torach kierunkowych przewidziano jako wyposażenie standardowe urządzenia transportowe 73. Zdało ono praktyczny egzamin na stacjach Saarbrüdcen oraz Maschen (rys. 14.3). Aby sprostać obciążeniom szczytowym, systemy rozrządzania muszą być także wyposażone w procesor przystosowany do sterowania ruchem lokomotywy napychającej przy zastosowaniu zmiennej prędkości rozrządzania (rys. 14.4).

14.2. Automatyzacja sterowania ruchem na szlakach i stacjach kolei miejskich

Obecnie już około 1 miliona pasażerów dziennie korzysta z pociągów bez obsady ludzkiej.

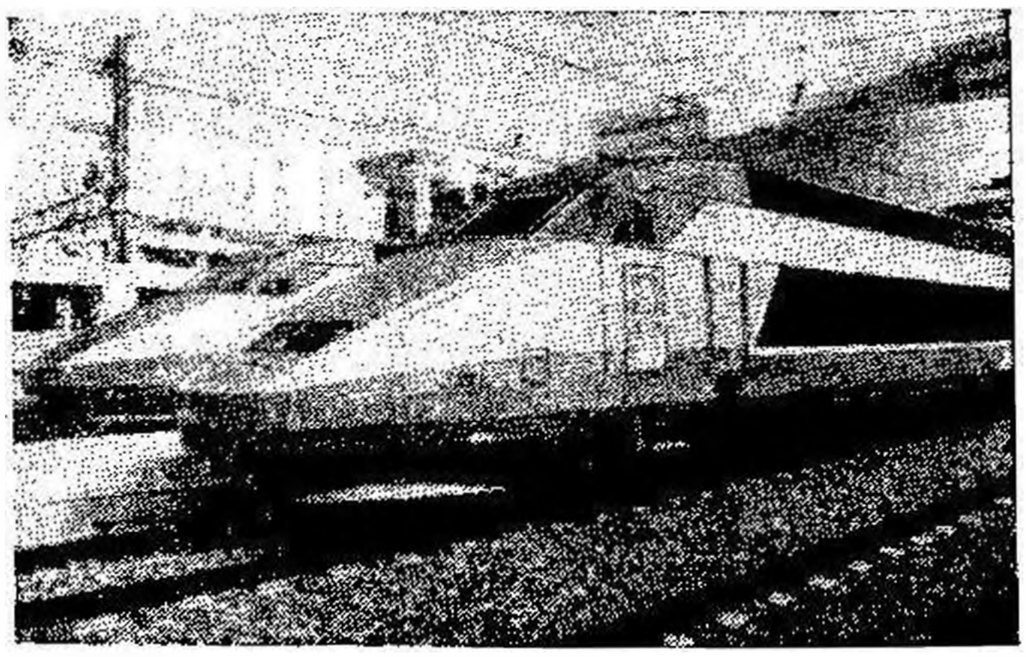
W 1989 r. uruchomiono w Lille linię 1 bis zwaną VAL — Véhicule Automatique Léger — Zautomatyzowana Kolej Lekka (dosłownie: automatyczny wagon lekki). Osiągane wpływy z kolei VAL pokrywają koszty eksploatacyjne (bez podatków). Najważniejszą zaletą VAL jest elastyczność prowadzenia ruchu i dostosowanie czasu funkcjonowania do potrzeb. Średnia odległość między stacjami wynosi 750 m. Perony na stacjach są odgrodzone od torów ścianami z drzwiami rozstawionymi według drzwi wagonów. Drzwi ścian peronowych i wagonowych otwierają się i zamykają jednocześnie. Eliminuje to możliwość samobójstwa przez wskoczenie pod pociąg. Na stacjach i wzdłuż trasy zainstalowano 400 kamer telewizyjnych. Wagony i stacje posiadają łączność radiową z Centralą Ruchu. Wydajność VAL jest 1,5—2,0 razy większa od wydajności klasycznego metra.

W 1989 r. rozpoczęto zautomatyzowany ruch na pierwszym odcinku lekkiej kolei miejskiej na obszarze śródmieścia Jacksonville (USA). Jest to system zaprojektowany do

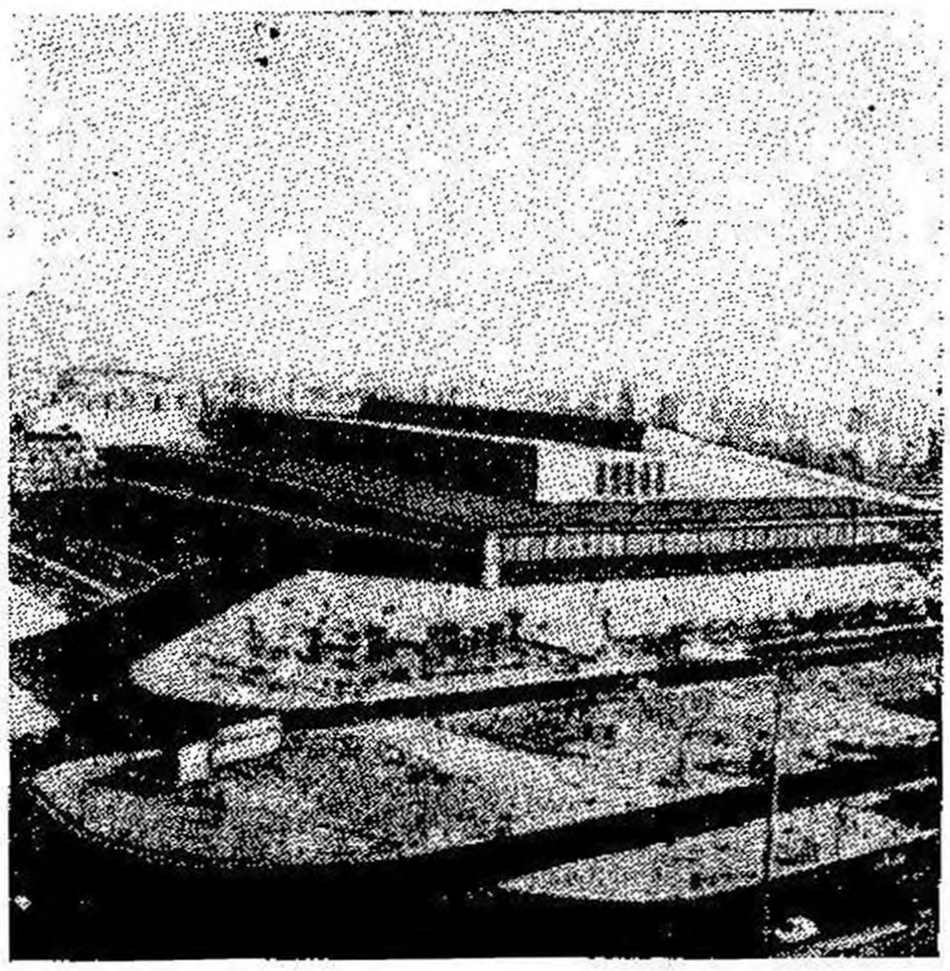
obsługi centrum gospodarczego miasta — central business district. Kolej tę nazwano „Skay Way Express" ze względu na to, że ułożono ją na wiaduktach.
W 1991 r. uruchomiono zautomatyzowaną linię opartą na koncepcji VAL w Paryżu łączącą port lotniczy Orły ze stacją Antony linii RER. Następne linie VAL otwierane są w następujących miastach: Chicago (1992 r.) Tajpej (1992 r.), Toulouse (1993 r.).

14.3. Szybkie pociągi pasażerskie i ich stacje postojowe

Wzrost prędkości jazdy pociągów spowodował w krajach Europy Zachodniej odebranie liniom lotniczym pasażerów.
Prym wiedzie tutaj Francja z pociągami TGV (Trains de Grande Vitesse — Pociągi o Dużych Prędkościach). Superekspres południowo wschodni (TGV Sud—Est, $v = 270$ km/h), zapewniający połączenie między Paryżem a Lyonem (417 km), uruchomiono w latach 1981 i 1983. Superekspres atlantycki (TGV Atlantique, $v = 300$ km/h), uruchomiony w dwóch etapach: odnoga zachodnia do Nantes, Rennes i Bretanii (181 km) w 1989 r., odnoga południowo-zachodnia do Bordeaux, Tuluzy i Hiszpanii (104 km) w 1990 r. Na tej właśnie linii dnia 18 maja 1990 r. skład „325" (rys. 14.5) pobił światowy rekord prędkości pociągów 515,3 km/h. Superekspres północny (TGV Nord) będzie uruchamiany w latach 1993—1996. I tak na odcinku Paryż—Lille—Londyn w 1993 r. wraz z tunelem pod kanałem La Manche, a na odcinku Lille—Bruksela w 1996 r.



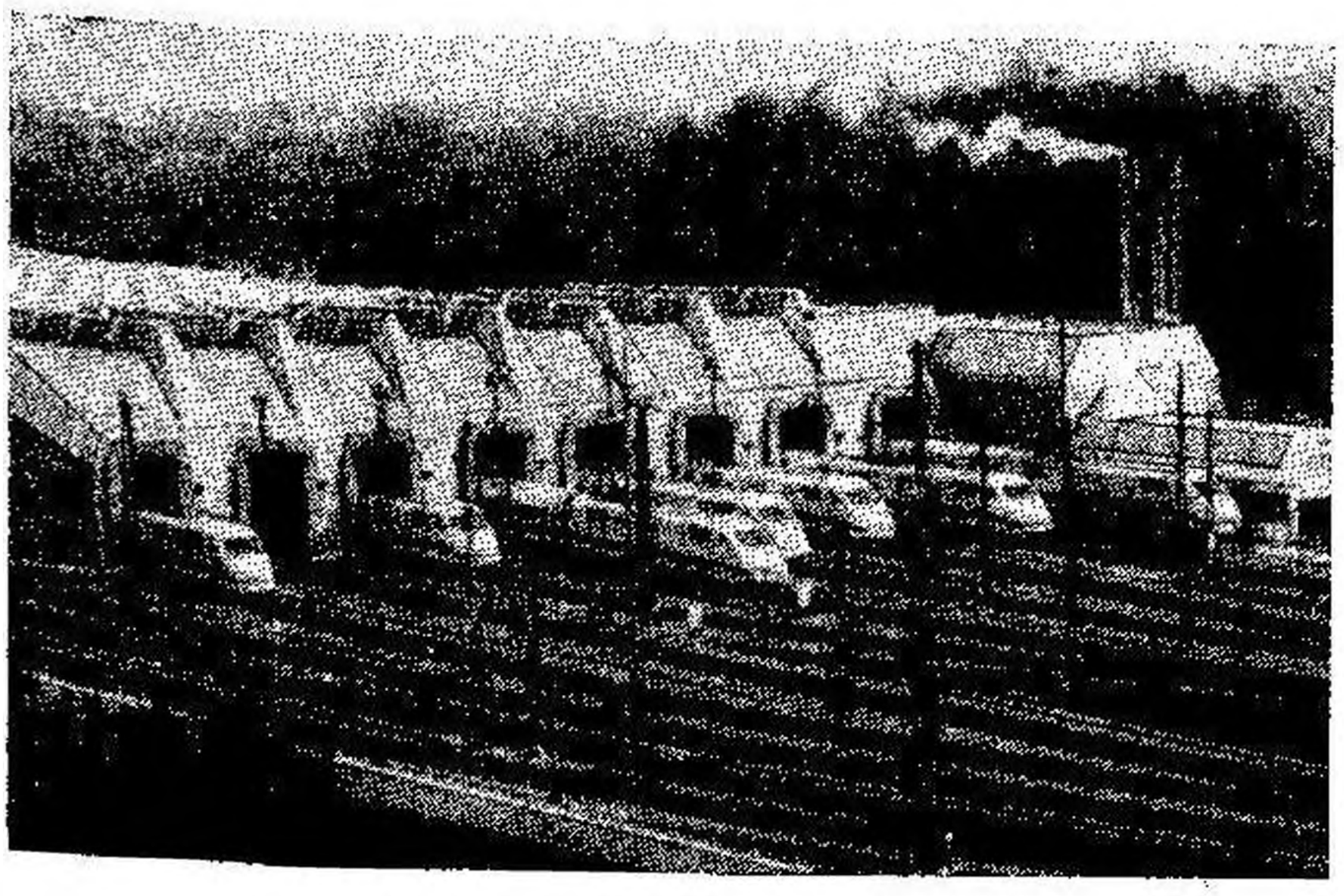
Rys. 14.5
Postój pociągów TGV Atlantique na stacji



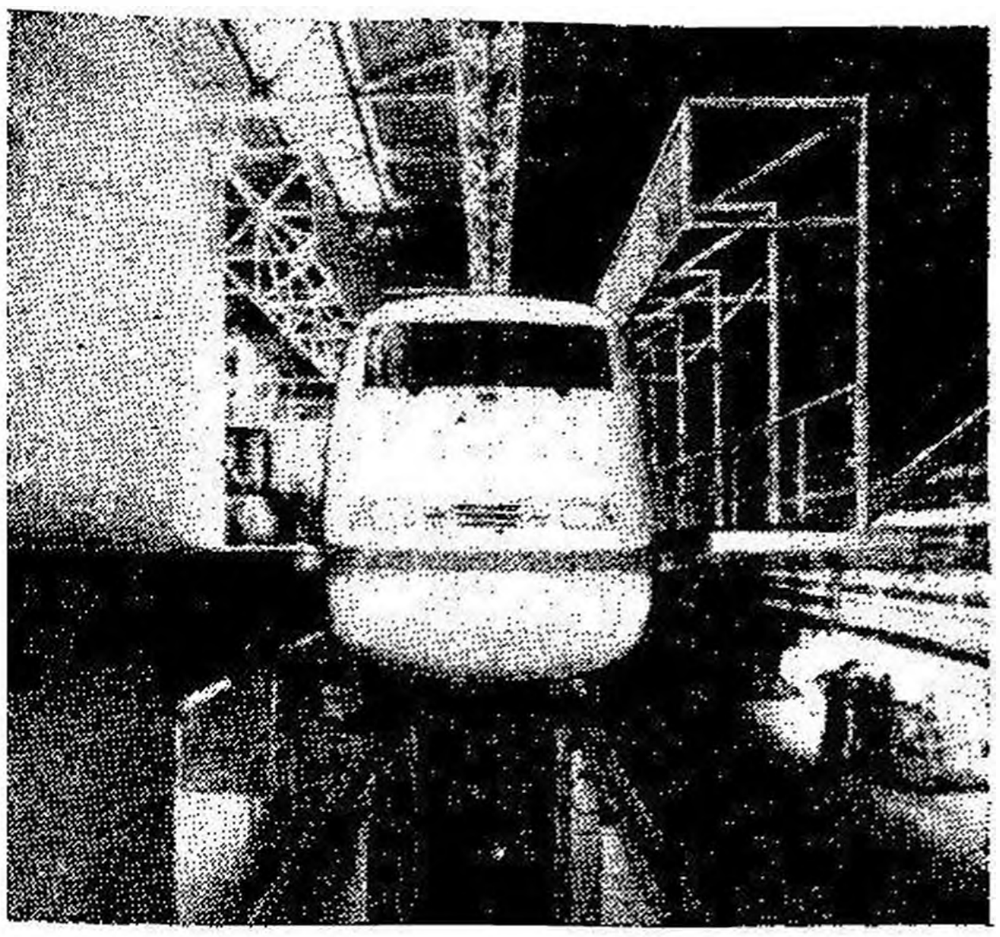
Rys. 14.6
Nowoczesny dworzec kolejowy w Sewilli

W Hiszpanii linię superekspresową Madryt—Kordowa—Sewilla o długości 476 km uruchomiono w 1992 r. z okazji uniwersalnej wystawy Expo '92 w Sewilli. Nowoczesny dworzec kolejowy w Sewilli pokazano na zdjęciu (rys. 14.6).
W Niemczech najszybsze pociągi noszą nazwę ICE (Inter City Express), a prędkość ich dochodzi do 250 km/h. Dla pociągów tych wybudowano nowoczesną stację postojową

Hamburg—Eidelstedt. Widok nowoczesnej hali dla pociągów ICE na tej stacji przedstawia rysunek 14.7, zaś przegląd pociągu ICE wewnątrz hali prezentuje rysunek 14.8.



Rys. 14.7
Pociągi ICE przed nowoczesną halą na stacji postojowej Hamburg—Eidelstedt



Rys. 14.8
Postój pociągu ICE w hali przeglądowej na nowoczesnej stacji postojowej Hamburg—Edelstedt

Bibliografia

[1] Babiński M., Perykasza E.: *Eksploatacja Kolei*, WPK, Kraków 1972

[2] Bałuch H.: *Wpływ czynników eksploatacyjnych na kształtowanie układu geometrycznego toru.* Księga Referatów I Konferencji Drogi Kolejowe, Wierzyca 1989

[3] Bałuch H.: *Optymalizacja zmian układu geometrycznego toru przy wydłużeniu krzywych przejściowych.* Praca COBiRTK z. 77, 1980

[4] Bałuch H.: *Trwałość i niezawodność eksploatacyjna nawierzchni kolejowej*. WKŁ, Warszawa 1980

[5] Bałuch H.: Optymalizacja poszerzeń międzytorzy. *Drogi Kolejowe* nr 5 i 6, 1980

[6] Bałuch H.: Poszerzenie międzytorza wykonane za pomocą krzywych przejściowych. *Drogi Kolejowe* nr 7 i 8, 1980

[7] Bałuch H.: Algorytmy obliczeń i sprawdzania przechyłki torów w łukach. *Drogi Kolejowe* nr 3 i 4, 1981

[8] Bałuch H.: *Wybór optymalnego poszerzenia międzytorza*. Praca COBiRTK nr 3102/12, 1982

[9] Bałuch H.: Optimation of transition Lenght increase. *Rail International* nr 10, 1982

[10] Bałuch H.: Poszerzenie międzytorza w strefie łuków. *Drogi Kolejowe* nr 2, 1983

[11] Bałuch H.: *Optymalizacja układów geometrycznych toru*. WKŁ, Warszawa 1983

[12] Bałuch H.: Automatyzacja obliczeń układów geometrycznych połączeń torów. *Drogi Kolejowe* nr 2, 1985

[13] Bałuch H.: *Układ toków szynowych w strefie rozjazdów łukowych z przechyłką*. Archiwum Inżynierii Lądowej z. 1—2, 1985

[14] Bałuch H.: *Układy geometryczne połączeń torów*, WKŁ, Warszawa 1989

[15] Baluch M.; *Ocena kształtowania układu geometrycznego toru w procesie ciągłych wymian nawierzchni kolejowych*. Praca doktorska, Warszawa 1985

[16] Bałuch M.: Kształtowanie krzywizn za torami zwrotnymi rozjazdów. *Drogi Kolejowe* nr 8, 1985

[17] Bałuch M.: *Optymalizacja promieni łuków za rozjazdami*. Prace Instytutu Transportu Politechniki Warszawskiej, z. 24, 1985

[18] Bałuch M.: Analiza ustroju toru przy zwiększaniu prędkości pociągów. *Drogi Kolejowe* nr 4 i 5, 1986

[19] Bałuch M.: *Warstwowe układy geometryczne torów*. Archiwum Inżynierii Lądowej t. XXXIV, 1988

[20] Basiewicz T.: *Projektowanie linii kolejowych*. WPK, Kraków 1982

[21] Basiewicz T.: *Metodologia projektowania w inżynierii transportu*. WPW, Warszawa 1987

[22] Basiewicz T.: *Projektowanie infrastruktury kolejowej*. WKŁ, Warszawa 1988

[23] Batko M.: *Drogi Kolejowe*, WKŁ, Warszawa 1982

[24] Bernhardt U., Jung N. A Dr SMC — eine neue Lösung für die Laufwegsteuesrung in Ablaufanlagen mit kleiner und mittlerer — Leistung. *Signal + Draht* H. 12., 1990

[25] Bogdaniuk B.: *Modernizacja dróg kolejowych przy ich elektryfikacji*. WKŁ, Warszawa 1988

[26] Bolotnyj V. J., Brechov M. K.: *Pereustrojstvo železnodorožnych stancij*. Transport, Moskwa 1982

[27] Borowski P.: *Zabezpieczenie przeciwpożarowe placów i zapleczy budów*. Arkady, Warszawa 1986

[28] Cebulok J.: Zunifikowane systemy konstrukcyjne w kolejowym budownictwie inżynierskim. *Problemy Kolejnictwa* zeszyt specjalny, WKŁ, Warszawa 1980

[29] Chudział B.: *Modernizacja stacji rozrządowej Łazy wraz z zabudową hamulców torowych*. Materiały II Konferencji Naukowej, Drogi Kolejowe, Poznań—Rydzyna 1983

[30] Cieślakowski S. J.: *Metoda oceny procesu hamowania w aspekcie uszkadzania wagonów na górce rozrządowej*. Prace Instytutu Transportu Politechniki Warszawskiej, z. 22, WPW, Warszawa 1984

[31] Cieślakowski S. J., *Stacje kolejowe*. Wyd. II Radom, WSI, 1989

[32] Ciszewski R., Kozak T.: *Założenia techniczno-ruchowe modelowego systemu rozrządowego na stacji Lublin Tatary*. COBiRTK, Warszawa 1981

[33] Ciszewski B., Kozak T., Nowak Z.: *Program obliczeń dynamiki staczania odprzęgów wagonowych z górki rozrządowej*. COBiRTK, Warszawa 1976

[34] Ciszkowski B.: Projektowanie lokomotywowni PKP. *Trakcja i wagony* nr 8/85

[35] Dąbrowa Bajon M., Karbowiak M., Grochowski K.: *Projektowanie urządzeń sterowania ruchem kolejowym*. WKŁ, Warszawa 1981

[36] Dąbrowski T.: *Sieci i podstacje trakcyjne*. WKŁ, Warszawa 1986

[37] Debuschewitz P., Peters J.: Rangiertechnische und steuerungstechnische Einrichtungen für die Automatisierung von Rangierbahnhöfe bei der D B. *Schienen der Welt*. H, 12, 1989

[38] *Drogi Kolejowe*. Praca zbiorowa pod red. Sysaka J. PWN, Warszawa 1986

[39] Ennulat D.: Die Steuerung des verfahrbaren und versenkbaren Prellbocks VVP 500 im Rbf Nürnberg. *Signal + Draht* H. 7/8, 1987

[40] Gajda B.: *Stacje rozrządowe. Mechanizacja i automatyzacja ich pracy*. WKŁ, Warszawa 1966

[41] George W., Schmager S.: Bremsbestimmungen für den Rangierdienst in den Fahrdienstvorschriften Ausgabe, 1989, *Eisenbahnpraxis* H. 6, 1989

[42] Gieraltowski B., Rudziński L., Sułek H.: *Projektowanie modernizacji stacji rozrządowej — na przykładzie stacji Poznań Franowo i Warszawa Praga*. III Krajowa Konferencja Naukowa. Kraków—Muszyna 1985

[43] Gołaszewski A.: *Kierunki rozwoju infrastruktury polskich kolei*. Materiały III Konferencji Naukowej. Drogi Kolejowe. Kraków—Muszyna 1985

[44] Grau B.: *Bahnhofsgestaltung*. Band 1.2. Berlin: Transpress 1968

[45] Grolsm R., Mickler G.: Ablaufsteuerung in 32 — bit — Technik für den Rangierbahnhof München Nord. *Signal + Draht* H. 10, 1989

[46] Hebdzyński Z., Holcwiński A., Janiszewski A., Rudziński L.: *Projektowanie stacji rozrządowych*. WKŁ, Warszawa 1979

[47] Heike H., Niederle P.: Neu entwickelte System-Komponenten für die Betriebsführung in Rangierbahnhöfen. *Signal + Draht* H. 7/8, 1990

[48] Hiller W.: Rangierbahnhöfe. Transpress. Berlin 1983

[49] Höhne D. (red.): *Eisenbahnvermessung*. Transpress. Berlin 1981

[50] Jednaszewski J.: Automatyzacja pracy manewrowej w niektórych zarządach kolei europejskich. *Problemy kolejnictwa* z. 76, WKŁ, Warszawa 1977

[51] Kirchdorfer T., Ennulat D.: Erstmaliger Einsatz einer schnellen elektronischen Weichenansteuerung im Rbf Müchen Nord. *Signal + Dracht* H. 12, 1990

[52] Köhler J.: *Gleisgeometrie*. Transpress, Berlin 1981

[53] Kozak T.: Modelowy system rozrządowy PKP i jego powiązanie z systemem kierowania pracą stacji. *Automatyka kolejowa* nr 11—12/80

[54] Krassowski K., Banach-Paszkiewicz: *Eksploatacja lokalnej infrastruktury technicznej*. PWN, Warszawa 1986

[55] Krawczyński F., Nicliwodzki J.: *Zaplecze techniczne służby trakcji PKP*. WKŁ, Warszawa 1977

[56] Leszczyński J.: *Optymalne decyzje w procesach transportowych*. WKŁ, Warszawa 1981

[57] Lorenzen C.: Fertigstellung des Gefällerangierbahnhofs Nürnberg. *Die Bundesbahn* H. 9, 1988

[58] Löffler H.: System „Kompas" für Ablaufanlage der ČSD. *Eisenbahnpraxis* H. 2, 1990

[59] Łączkowski R.: *Wibroakustyka maszyn i urządzeń*. WNT, Warszawa 1983

[60] Makowski J.: *Analiza systemowa zoptymalizowanego modelu dużych stacji kontenerowych*. WPW, Warszawa 1975

[61] Makowski J.: Odwodnienie podtorza kolejowego. Zasady projektowania obliczeń i wykonawstwa. *Problemy kolejnictwa* z. 98. WKŁ, Warszawa 1984

[62] Mazur E.; *Transport a ochrona środowiska*. WNUS, Szczecin 1988

[63] Oczykowski A., Towpik K.: *Projektowanie dróg żelaznych*. WPW, Warszawa 1981

[64] Pandolfo A.: Ekspluatacija novych infrastruktur s tocki zrenija objediniennych transportnych sistem. *Zeleznye Dorogi Mira* nr 4, 1989

[65] Peter J.: Verfahren und Einrichtungen für die Automatisierung vorhandener. Rangierbahnhöfe der DB. *Signal + Schiene* H. 3, 1990

[66] *Podstawy informatyki w transporcie*. Praca zbiorowa pod red. Wierzbickiego T. WKŁ, Warszawa 1975

[67] Półkotycki T.: Zastosowanie hamulców punktowych typu TDJ 302 do regulacji prędkości wagonów na stacji pochylniowej. *Automatyka kolejowa*. WKŁ, Warszawa 1989

[68] Pravdin N. V. (pod red.): *Železnodorožnye stancji i uzły zadači, primery, resćety*. Transport, Moskwa 1984

[69] Pravdin, Banek T. S., Negrej V. I.: *Proektirovanie železnodorožnych stancij i uzlov*. cz. 1 i 2Vyšejšija Škola Mińsk, 1984

[70] *Przepisy projektowania urządzeń zabezpieczenia ruchu kolejowego E 10*. WMK, Warszawa 1972

[71] *Przepisy techniczne utrzymania i eksploatacji nawierzchni na liniach kolejowych normalnotorowych użytku publicznego*. Warszawa 1982

[72] *Punkty kontenerowe w transporcie lądowym*. Praca zbiorowa pod red. Jakubowskiego L. WKŁ, Warszawa 1978

[73] Rościszewski M, L.: *Podstawy urbanistyki i architektury dla specjalności komunikacyjnych*. PWN, Warszawa 1989

[74] Roth B.: Die Weichenstellung und — überwachung im Rbf Nürnberg. *Signal + Draht* H. 4, 1987

[75] Rubczak T.: *Stacje i węzły kolejowe*. PWN, Warszawa—Poznań 1966

[76] Rudziński L.: *Kształtowanie kolejowej obsługi transportowej ładunków w strefie bliskiej zakładu hutnictwa żelaza.* Rozprawa doktorska. PWN, Warszawa 1979

[77] Rudziński L.: *Projektowanie modernizacji stacji rozrządowych.* Materiały na IV Konferencję Naukową. Nauka i praktyka w transporcie. T. 1. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1985

[78] Rudziński L., Bąbel J., Tokarska A.: *Projektowanie stacji kolejowych.* WPW, Warszawa 1987

[79] Sabalin N.: *Primenenije teorii massovogo obsluzivanija dla rescota ustrojstv stancii.* MIIT, Moskwa 1968

[80] Sabat R.: *Urządzenia automatyki sterowania i kontroli poczty pneumatycznej. Kompleksowa automatyzacja stacji rozrządowej Wrocław—Brochów.* Materiały konferencyjne. SITK, Wrocław 1988

[81] Savcenko I., Zemblinov L., Strakowski I.: *Żeleznodorożnye stancii i uzły.* VIPO MPS, Moskwa 1962

[82] Schweda K., Roth W.: Rangierbahnhof München Nord. Planung einer neuen Produktionsanlage der DB für den Güterverkehr im südbayerischen Raum. *Bundesbahn* H. 3, 1989

[83] Skawiński S.: Stacje kolejowe. WPW, Warszawa 1958

[84] Sotnikov I. B.: *Wzaimodejstvie stancii i ucastkov żeleznych dorog.* Transport, Moskwa, 1976

[85] Suchecki L.: Kierunki rozwoju zaplecza technicznego do utrzymania wagonów pasażerskich w ruchu dalekobieżnym. *Trakcja i Wagony* nr 11/89

[86] Sutarzewicz B.: Warunki jakim powinny odpowiadać w planie i profilu układy torowe górek rozrządowych przystosowanych do mechanizacji i automatyzacji. *Automatyka Kolejowa* nr 6/83

[87] Sutarzewicz B.: Układy torów stacji rozrządowych. *Drogi Kolejowe* nr 12, 1984

[88] Swadlenka V.: Tihore kolejove brzdy. *Żeleznicni Technika* nr 5, 1989

[89] Szajer R.: *Drogi żelazne.* Cz. III. PWN, Warszawa 1970

[90] Śledziewski J., Piróg E.: *Instrukcja obliczenia zdolności przepustowej odcinków linii kolejowych* — projekt COBiRTK, Warszawa 1982

[91] Turbin J. V., Čepurkin V. V., Černyšev V. A., Jakovlev B. V.: Nasuśćnye problemy proektirovanija żelcznych dorog. *Żeleznodorożnyj Transport* nr 10, 1984

[92] Tyszkowski J.: *Urządzenia i systemy ASR produkcji ZWUS instalowane na górkach rozrządowych PKP.* Kompleksowa automatyzacja stacji rozrządowej Wrocław—Brochów. Mat. konf. SITK, Wrocław 1988

[93] *Unifikacja projektowa — katalogi.* Centralne Biuro Projektowo-Badawczn Budownictwa Kolejowego (Kolprojekt), Wyd. CBPBBK, Warszawa 1975—78

[94] Węgierski J.: *Metody probabilistyczne w projektowaniu transportu szynowego.* WKŁ, Warszawa 1971

[95] Węgierski J.: *Układy torowe stacji.* WKŁ, Warszawa 1974

[96] Wladmann H.: Funkferngesteuerte Rangierlokomotiven BR 335 und 365. *Deine Bahn* H. 7, 1988

[97] *Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać linie kolejowe normalnotorowe użytku publicznego.* Wydawnictwo Katalogów i Cenników, Warszawa 1974

[98] Woch J.: *Podstawy inżynierii ruchu kolejowego.* WKŁ, Warszawa 1983

[99] *Wytyczne projektowania obiektów i urządzeń budownictwa specjalnego w zakresie komunikacji. Wagonownie WP—Mw.* Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa, Warszawa 1971

[100] *Wytyczne projektowania obiektów i urządzeń budownictwa specjalnego w zakresie komunikacji. Stacje kolejowe normalnotorowych linii kolejowych użytku publicznego. WP—D.* Wydawnictwo Katalogów i Cenników. Warszawa 1972

[101] Perykasza E., Cynel B.: *Organizacja kolejowych przewozów towarowych.* WPK, Kraków 1975

[102] Rataj M.: *Automatyzacja prowadzenia ruchu szybkiej kolei miejskiej.* Materiały na Sympozjum Bezpieczeństwa Systemów. Kiekrz 5—7. V. 1992 ITWL, Warszawa 1992

Cena zł 45000,-

ISBN 83·206·1061·3